OLLE HULTÉN

STANFORD UNIVERSITY LIBRARY
OCT 27 1930
Lane Medical Library

ÜBER DIE INDIREKTEN

# BRÜCHE DES TIBIAKOPFES

NEBST BEITRÄGEN ZUR

# RÖNTGENOLOGIE DES KNIEGELENKS

*INAUGURAL-DISSERTATION*

UPPSALA 1929
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.

DURCH DIE HIRSCHWALDSCHE BUCHHANDLUNG, BERLIN, ERHÄLTLICH

ACTA CHIRURGICA SCANDINAVICA
VOL. LXVI. SUPPLEMENTUM XV

AUS DER CHIRURGISCHEN KLINIK (PROFESSOR G. NYSTRÖM) UND DER RÖNTGENOLOGISCHEN ABTEILUNG (MED. DR. H. LAURELL) DES AKADEMISCHEN KRANKENHAUSES IN UPPSALA

# ÜBER DIE INDIREKTEN BRÜCHE DES TIBIAKOPFES

NEBST BEITRÄGEN ZUR

# RÖNTGENOLOGIE DES KNIEGELENKS

*Inaugural-Dissertation*

ZUR ERLANGUNG

DER MEDIZINISCHEN DOKTORWÜRDE MIT GENEHMIGUNG DER WEITERFAHRENEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT DER UNIVERSITÄT UPSALA

VORGELEGT

VON

**OLLE HULTÉN**
MED. LIC.

DIE VERTEIDIGUNG FINDET AM 11. DEZEMBER 1929 UM 10 UHR VORMITTAGS IM HÖRSAAL DES PHYSIOLOGISCHEN INSTITUTES STATT

UPPSALA 1929
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.

*Till min faders minne*

## INHALTSVERZEICHNIS


| | | Seite |
|---|---|---|
| Vorwort | | 7 |
| Kap. 1. | Über das normale Röntgenbild des Kniegelenks | 9 |
| Kap. 2. | Über die Veränderungen, die im Kniegelenk durch experimentelle Hyperabduktion, -adduktion und -extension entstehen | 23 |
| Kap. 3. | Über die indirekten Brüche des Tibiakopfes | 58 |
| | Geschichtlicher Überblick | 58 |
| | Eigenes Material | 60 |
| | Einteilung und Aussehen der Brüche | 62 |
| | Über die Entstehungsart der Brüche | 67 |
| | Symptomatologi und Diagnostik | 74 |
| | Über Zerreissung des Ligamentapparates bei Kondylusbruch | 78 |
| | Kondylusfraktur mit Fraktur eines anderen Knochens kombiniert | 80 |
| | Komplikationen | 81 |
| | Behandlung | 82 |
| | Resultate der Nachuntersuchung | 93 |
| Kleine Skelettveränderungen | | 106 |
| Zusammenfassung | | 110 |
| Kasuistik | | 115 |
| Literatur | | 162 |

## Vorwort.

Die vorliegende Arbeit wurde vor einigen Jahren als eine Studie über das normale Kniegelenk, sein Röntgenbild und seine Belastungsverhältnisse begonnen. Ausgehend von dem Gedanken, dass sich die indirekten Gewalteinwirkungen, die das Gelenk verletzen, oft nur hinsichtlich ihrer Stärke, nicht aber in bezug auf ihre Art von den alltäglichen Beanspruchungen des Gelenks unterscheiden, gelangte ich zu dem Studium der traumatischen Kniegelenkveränderungen, in erster Linie der Frakturen.

Hierbei fand ich, dass die Tibiakondylusbrüche noch nicht eingehender untersucht worden sind, und dass selbst grössere moderne Handbücher über diese Brüche in mehreren Beziehungen sogar fehlerhafte Angaben enthalten, die sich auf Untersuchungen aus der vorröntgenologischen Zeit gründen. Deshalb erschien es mir zweckmässig, meine Untersuchung über die Brüche der Tibiakondylen zu erweitern. Die Ergebnisse übergebe ich hiermit der Öffentlichkeit.

Das kasuistische Material stammt aus dem Akademischen Krankenhaus zu Upsala. Dem Direktor der Chirurgischen Klinik, Herrn Prof. Gunnar Nyström, sowie dem Vorsteher der Röntgenabteilung, Herrn Oberarzt Dr. med. Hugo Laurell, bin ich zu grossem Dank dafür verpflichtet, dass sie mir gütigst das gesammelte klinische und röntgenologische Material, das für meine Untersuchung in Betracht kam, zur Verfügung gestellt haben.

Der Chef des Anatomischen Instituts, Herr Prof. Wilhelm Hultkrantz, versah mich mit wertvoller Literatur und gab mir Gelegenheit, die grosse Skelettsammlung des Instituts zu studieren.

Dass ich diese drei um die Wissenschaft hochverdienten Forscher zu Lehrern haben durfte, rechne ich mir zur hohen

Ehre. Die vielen guten Ratschläge und wertvollen Kenntnisse, die ich ihnen verdanke, waren für meine eigene wissenschaftliche Arbeit von grösster Bedeutung.

Die experimentelle Untersuchung wurde im Pathologischen Institut ausgeführt, wozu dessen Chef, Herr Prof. FÅHRÆUS, gütigst seine Erlaubnis gegeben hatte.

Eine liebe Pflicht ist es mir, der Oberschwester der Röntgenabteilung, Frl. KARIN WIESLANDER, zu danken, die mich mit viel Interesse bei Beschaffung der Adressen, beim Photographieren und in anderer Weise unterstützt hat.

Die Übertragung ins Deutsche erfolgte durch Herrn Dr. med. RUDOLF POPPER, Lidingö I, Stockholm, und Herrn Dr. KONRAD FLEX, Upsala.

*Olle Hultén.*

## KAP. 1.

### Über das normale Röntgenbild des Kniegelenks.

Die Röntgenanatomie des Kniegelenks ist noch nicht Gegenstand allseitiger Untersuchung gewesen. Die zunächstliegenden Gesichtspunkte in bezug auf das Röntgenbild des Kniegelenks werden von den meisten Lehrbuchsverfassern (z. B. Grashey) aufgeführt, und Köhler hat eine Reihe wertvoller Beobachtungen auf dem Grenzgebiet zwischen dem Normalen und dem Pathologischen zusammengestellt. Werndorff, Robinsohn und Hoffa haben Sauerstoff ins Kniegelenk geblasen, um mit Hilfe dieses Kontrastmittels die Diagnostik innerer Gelenkverletzungen zu verbessern. Die Methode hat sich jedoch kaum durchgesetzt und dürfte vielfach aufgegeben sein. Man hat ernste Embolieerscheinungen und sogar einige Todesfälle in Zusammenhang mit Gaseinblasung in das Gelenk beschrieben (Jakobsohn, Holzknecht, Kleinberg). Auch andere Kontrastmittel sind in Ausnahmefällen verwendet worden, so haben Colp und Klingenstein die Ausdehnung und die Entleerungsverhältnisse der Gelenkhöhle und der Schleimbeutel mittelst jodhaltiger Kontrastflüssigkeit studiert.

Gewisse Teile des Kniegelenks sind dagegen Gegenstand recht zahlreicher und eingehender Untersuchungen, die sich auf Röntgenphotographien stützen, gewesen, so z. B. die Patella, deren Struktur, Lage und Anomalien von Joachimsthal beschrieben worden sind. Die Variante, die man Patella bipartita zu nennen pflegt, ist in vielen Publikationen behandelt worden, und die Fabella, das kleine Sesambein im lateralen Gastrocnemiuskopf, ist von vielen Autoren sowohl vom anatomischen als vom statistischen Gesichtspunkt aus studiert worden. Das Röntgenbild des Kniegelenks und der Epiphysen in

verschiedenen Entwicklungsstadien ist durch die Arbeiten von Ludloff, Sick und Cohn wohlbekannt.

Beim Studium der Brüche der Tibiakondylen habe ich eine Reihe Beobachtungen hinsichtlich der normalen Röntgenanatomie des Kniegelenks, namentlich in bezug auf das Verhältnis zwischen Tibia und Femur, gemacht; es erschien mir zweckmässig, diese Beobachtungen in einem besonderen Kapitel als einen Beitrag zur Kenntnis der Röntgenologie des Kniegelenks zu vereinigen.

Für die Untersuchung des Kniegelenks sind mindestens zwei Projektionen erforderlich, ein Enface- und ein Profilbild; von diesen ist in der Regel das erstere aufschlussreicher, aber für die Bestimmung der Lage eventueller pathologischer Veränderungen ist daneben auch ein Profilbild notwendig. Stereoskopische Bilder können bisweilen mit Vorteil benutzt werden, besonders nach Einblasen von Gas ins Gelenk.

Das Enfacebild wird in der Regel mit ventrodorsaler Strahlenrichtung aufgenommen, wobei sich die Kassette dorsal vom Kniegelenk befindet; das Bein ist gestreckt und etwas nach innen rotiert. Der Zentralstrahl muss durch die Spitze der Patella parallel zur oberen Tibiaebene gehen. Letzteres erreicht man, indem man die Röhre um so viele Grade neigt, dass die Strahlenrichtung rechtwinklig zum Schienbein ist, eine Einstellung, die man leicht durch einen Blick von der Seite kontrollieren kann. Im allgemeinen soll das Bein leicht nach innen rotiert sein, jedoch nicht so stark, dass die Fussspitze geradeaus zeigt, denn dann tritt gewöhnlich der laterale Femurkondylus in unerwünschter Weise hervor (s. S. 13). Wünscht man, die Tuberositas tract. iliotib. randbildend zu erhalten, was bei Absprengung derselben von Vorteil sein kann, so muss man das Bein stark nach aussen rotieren. Ebenso kann man durch Variation der Rotationsstellung erreichen, dass verschiedene Partien der Ränder der Tibiagelenkflächen randbildend werden, und dadurch leichter Randkompressionen oder Randabsprengungen beobachten.

Eine Projektion, die ich wiederholt mit Vorteil benutzt, aber in der Literatur nicht angegeben gefunden habe, ist die Enfaceprojektion bei gebeugtem Knie. Die Einstellung erfolgt so, dass die Kassette an die Dorsalseite des Knies gelegt und

die Röhre von vorn eingestellt wird, wobei der Zentralstrahl stets rechtwinklig zum Schienbein ist. Die Neigung der Röhre ist also je nach dem Beugungsgrad des Knies verschieden, aber der Zentralstrahl ist stets parallel zur oberen Tibiaebene. Die Tibia wird bei dieser Einstellung ebenso abgebildet wie auf dem Enfacebild bei gestrecktem Knie, aber die Femurkondylen projizieren sich schräg von unten (vgl. Abb. 8).

Nimmt man für jeden zehnten Grad zwischen 0°—50° Beugung je ein Bild auf, so erhält man eine Serie Bilder der Femurkondylen und der Fossa intercondyloidea. Bei etwa 20° Beugung beginnt die Fossa in Gestalt einer Aussparung zwischen den Femurkondylen hervorzutreten, die mit zunehmender Beugung immer tiefer wird. Bei 50° Beugung erscheint sie im allgemeinen am schönsten (Abb. 2). Der Innenrand des lateralen Femurkondylus steigt fast gerade nach oben, der laterale Rand des medialen Kondylus nähert sich dem lateralen Kondylus in einem gleichmässigen Bogen; am Übergang zwischen diesen Rändern befindet sich ein halbkreisförmiger, runder Einschnitt in der Konturlinie vom Durchmesser eines Bleistifts, der bisweilen von dem medialen Bogen gut durch eine kleine Exostose abgetrennt ist. Dieser rundliche Einschnitt ganz vorn in der Fossa intercond. fem. ist für das vordere Ligamentum cruciatum bestimmt, das bei gestreckter Stellung gegen diese Partie gepresst wird und mitunter auch eine kleine Rinne im Femur vor dem rundlichen Einschnitt hervorruft. Nicht selten sieht man, dass der Innenrand des lateralen Femurkondylus unmittelbar unterhalb des rundlichen Einschnittes eine kleine medialkonvexe Ausbuchtung zeigt, wodurch die Aussparung für das vordere Ligamentum cruc. noch markierter wird. Diese ausgebuchtete Partie des lateralen Kondylus bedeckt bei gestreckter Stellung das laterale Tuberkulum und wird hierbei auf ihrer Vorderseite von dem vorderen Ligamentum cruc. gekreuzt. Bei chronischer Arthritis entsteht hier oft ein Exostosenwall, der diese Ausbuchtung vergrössert, über die das vordere Ligamentum cruc. beim Übergang von Beugung zu Streckung und umgekehrt mit deutlichem Widerstand hingleitet.

Bei einer Beugung von etwa 60° verschwindet die eben beschriebene Kontur der Fossa intercond. femoris, da die Projektionsrichtung dann mit dem schrägstehenden Dach der Fossa

zusammenfällt. Ein Blick auf das Profilbild erklärt dies, das Dach der Fossa wird hier durch die untere Grenzlinie des sog. LUDLOFF'schen Fleckes oder des Epiphysendreiecks markiert.

An der Aussenseite des lateralen Femurkondylus tritt bei 40° Beugung die Incisura poplitea als eine rundliche, halbpfenniggrosse Aussparung hervor. Bei Streckstellung zeichnet sie sich durch ein paar einander kreuzende Linien ab.

Diese Projektion in Beugestellung kann von Vorteil sein, wenn man einen auf der Unterseite der Femurkondylen gelegenen Osteochondritisherd freiprojizieren will, ebenso für Freiprojizierung von »Fremdkörpern» in der Fossa intercondyloidea femoris oder zur Entdeckung von Knochenfragmenten, die mit den Ligamenta cruc. von deren Ansatzstellen am Femur abgerissen sind (s. S. 36).

Die Gelenkflächen an Tibia und Femur sind bekanntlich äusserst inkongruent. Den stark gewölbten Femurkondylen entspricht auf der Medialseite eine schwach konkave Tibiagelenkfläche und auf der Lateralseite eine Knochengelenkfläche, die an der Peripherie leicht konkav oder eben und in dem zentralen Gebiet zunächst der Eminentia intercondyloidea sogar mehr oder minder konvex ist. Die Inkongruenz zwischen Femur und Tibia ist also bedeutend, und zwar am ausgesprochensten auf der Lateralseite.

Der mediale und laterale Teil des Kniegelenks sind auch in anderen Beziehungen verschieden, und diese Verschiedenheit der Konstruktion tritt deutlich im Verhältnis der Femurkondylen zur Eminentia intercondyloidea und ihren Tuberkula hervor.

Die Eminentia intercondyloidea hat ihren Namen daher, weil sie von der oberen Fläche der Tibia zwischen den Tibiakondylen aufsteigt. Auf der Lateralseite erhebt sie sich allmählich etwa von der Mitte der lateralen Gelenkfläche und hat hier das Aussehen eines niedrigen Kegels mit dem lateralen Tuberkulum als Spitze. Auf der Medialseite bildet die Eminentia einen sagittalgestellten Wall (das mediale »Tuberkulum»), der steil zur Konkavität der medialen Gelenkfläche abfällt. Zwischen den Tuberkula befindet sich eine mehr oder minder tiefe Furche.

Ich habe an einer grossen Anzahl Kniebilder das Ver-

hältnis der Eminentia intercondyloidea zu den Femurkondylen studiert, wie es auf dem bei gestreckter Stellung aufgenommenen Röntgenbild erscheint. Diese Untersuchung habe ich durch das Studium von Bildern in Beugestellung sowie durch Vergleiche mit anatomischen Präparaten ergänzt. Das Verhältnis zwischen dem lateralen Femurkondylus und der Eminentia tritt auf dem Enfacebild nur deutlich hervor, wenn dieses bei richtiger Rotationsstellung aufgenommen ist. Die Innenseite des lateralen Kondylus bildet nämlich eine nahezu ebene Fläche, und nur, wenn die Strahlenrichtung zu dieser Fläche parallel war, zeichnet sich die Innenseite des Kondylus durch eine vertikale Linie ab. Dagegen ist die Lateralseite des medialen Femurkondylus weniger empfindlich gegenüber der Rotationsstellung des Beines; sie tritt als eine vertikale Linie hervor, auch wenn die Rotation um mehrere Grade geändert wird, denn sie ist in dorsovolarer Richtung lateral-konkav gekrümmt. Nach H. Meyer und Fick bildet der mediale Femurkondylus als Ganzes einen lateral-konkaven Bogen von 60° (s. Abb. 8). Will man, dass sich die Seitenflächen beider Femurkondylen gleichzeitig auf dem Bilde abzeichnen, so muss man eine zur medialen Fläche des lateralen Femurkondylus parallele Strahlenrichtung wählen. Dies erreicht man im allgemeinen durch Rotation des Beines derart, dass der Fuss in einem Winkel von 10°—15° zur Sagittalebene nach aussen zeigt.

Die Lage der Tuberkula zu den Femurkondylen wechselt ziemlich stark, und es gibt zahlreiche Variationen, aber bei gestreckter Stellung liegt das mediale Tuberkulum stets *lateralwärts* von dem medialen Femurkondylus in der Fossa intercondyloidea femoris und das laterale Tuberkulum *unter* dem lateralen Femurkondylus. Dass das laterale Tuberkulum unter dem entsprechenden Femurkondylus liegt, ist wenig beachtet worden, obgleich R. Fick schon vor langer Zeit darauf hingewiesen hat. Benninghoff ist kürzlich auf Grund seiner Studien über den Gelenkknorpel zu einigen interessanten Ergebnissen in bezug auf diesen von den meisten anderen Autoren übersehenen Punkt gelangt. Er fand nämlich, dass dem lateralen Teil der Eminentia intercondyloidea eine besondere Druckfazette auf der Unterseite des lateralen Femurkondylus entsprach, und dass der Knorpel in dieser Gegend eine beson-

dere Struktur hatte. »Den Knorpel finde ich an dieser Stelle besonders dünn, seine Oberfläche ist makroskopisch entweder normal oder, vornehmlich bei alten Individuen, aufgerauht. Diesem Eindruck entspricht eine Vertiefung im Knochen, die ich an einem kleinen macerierten Material in über der Hälfte der Fälle feststellen konnte.» Mittelst der HULTKRANTZ'schen Methode für die Herstellung der Spaltlinien im Knorpel zeigt er, dass hier eine Druckstelle vorhanden ist, von der die Spaltlinien radiär in die weniger belastete Umgebung ausstrahlen. An der entsprechenden Stelle der lateralen Tibiagelenkfläche ist mit derselben Methode eine gleichartige Druckstelle nachweisbar.

Die Grösse der Tuberkula wechselt stark, aber gewöhnlich ist das mediale grösser als das laterale. MOUCHET und NOUREDDIN haben die Höhe der Tuberkula gemessen; nach ihrer Untersuchung ist das mediale in 73 %, das laterale in 10 % der Fälle grösser, während in 13 % beide Tuberkula gleich gross sind. In 4 % hat die Eminentia nur ein Tuberkulum.

Das am häufigsten vorkommende Bild zeigt Abb. 1, Nr. 1—5. Von der inneren Hälfte der lateralen Gelenkfläche erhebt sich die Eminentia in einem Winkel von 10°—45° zur Gelenkfläche, und in der Ebene der Innenfläche des lateralen Femurkondylus wird der Anstieg durch einen mehr oder minder tiefen Einschnitt, Sulcus intertubercularis, unterbrochen. Der Gipfel, der hierdurch gebildet wird, ist das laterale Tuberkulum, dessen mediale Begrenzung also in derselben Ebene liegt wie die Innenseite des lateralen Femurkondylus. Bisweilen reicht indes der Femurkondylus weiter medialwärts als das Tuberkulum und zieht über dieses hinweg (Abb. 1, Nr. 6—10). Das laterale Tuberkulum ist dann mehr oder minder weit unter den Femurkondylus gerückt, dessen Unterseite eine gut ausgeformte Grube für das Tuberkulum besitzt. In selteneren Fällen liegt das Tuberkulum so weit unter dem Kondylus, wie Nr. 10 zeigt; es ist dann meist klein und schlecht entwickelt oder in mehrere kleine Erhöhungen geteilt (Nr. 11—12). Ich hatte keine Gelegenheit, eine so extreme Variante wie die letzterwähnte an anatomischen Präparaten zu beobachten, weshalb eine Äusserung über die Ursache einer solchen Fehlbildung gewagt erscheint; doch glaube ich, dass dieselbe mit

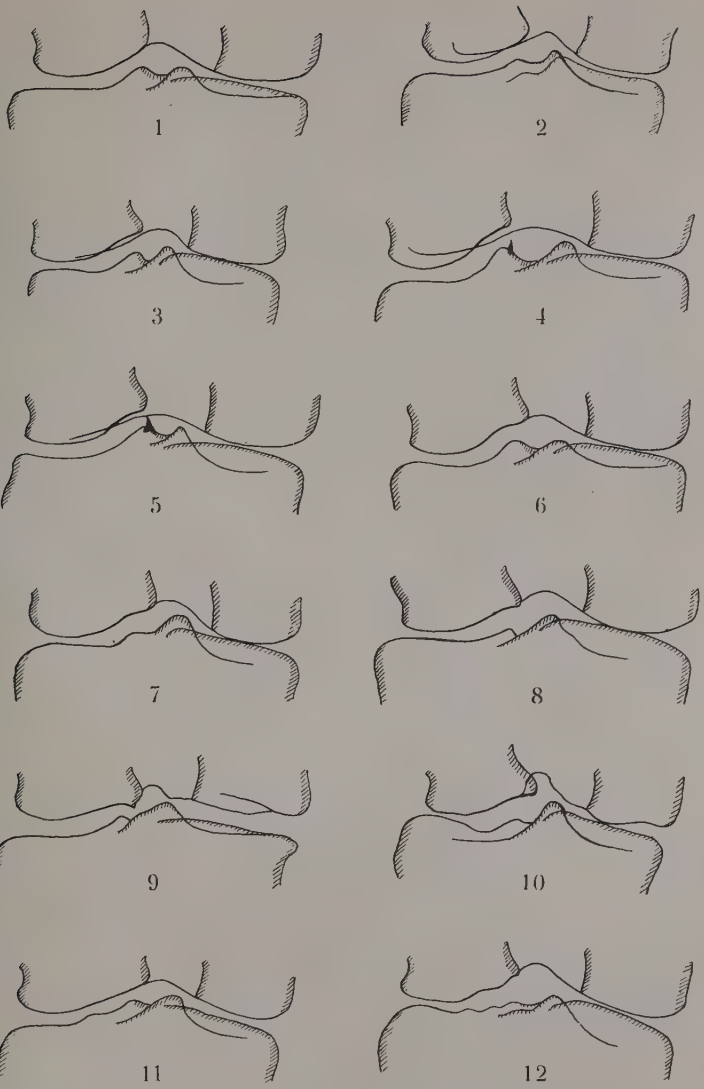



Abb. 1. Nr. 1—12 Konturpausen nach Röntgenbildern, die das wechselnde Aussehen des lateralen Tuberkulums und dessen verschiedene Lage im Verhältnis zum Femurkondylus zeigen.
(Lateral nach links, medial nach rechts.)

Tafel 2.

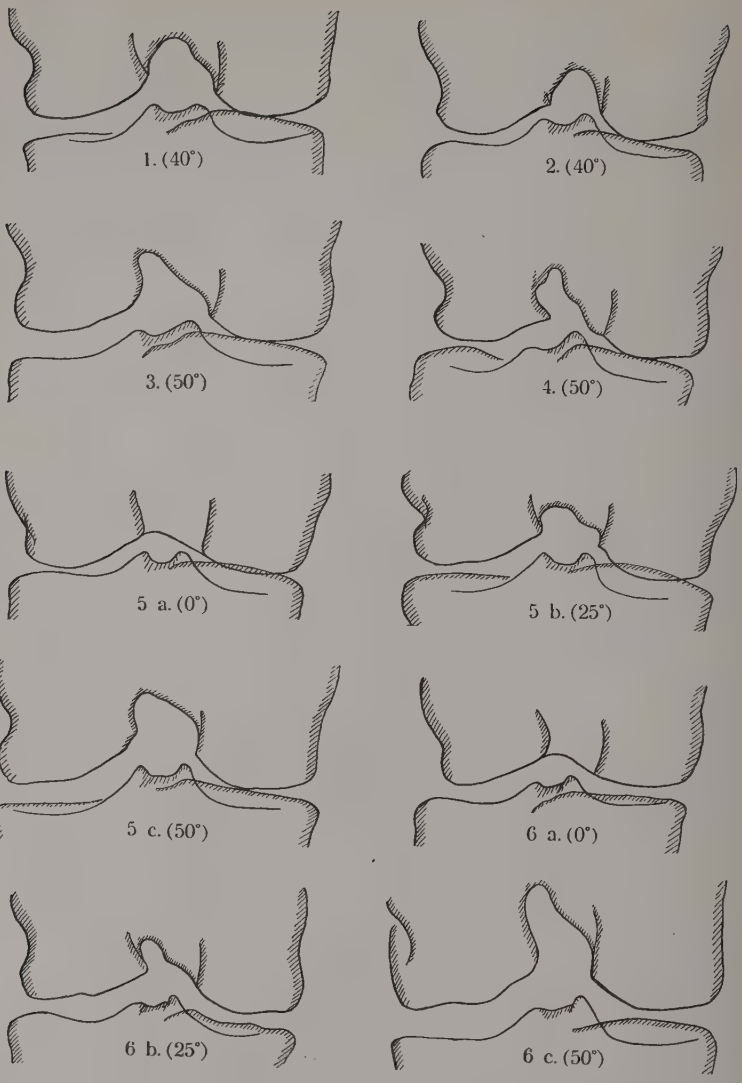



Abb. 2. Nr. 1—4 Konturpausen nach Röntgenbildern, die das Aussehen des Kniegelenks in Beugestellung zeigen. 5 a—c und 6 a—c zeigen die Veränderungen der Konturlinie des Femurkondylus bei zunehmender Beugung.
(Lateral nach links, medial nach rechts.)

einer fehlerhaften Konstruktion des lateralen Meniskus zusammenhängt (der Meniskus inseriert ungewöhnlich weit lateral od. dgl.).[1] Ich halte es auch für wahrscheinlich, dass solche extreme Kniegelenkvarianten funktionell schlechter dastehen, und dass eine solche Konstruktion des Gelenks als eine konstitutionelle Schwäche zu betrachten ist. In diesen extremen Fällen liegt das Tuberkulum nicht nur in gestreckter Stellung unter dem Femurkondylus, sondern behält diese Lage auch in Beugestellung bei (Abb. 2, Nr. 4).

Das mediale Tuberkulum variiert hauptsächlich in bezug auf seine Grösse; es ist grösser, wenn die Mittelfurche flach ist. Seine Lage im Verhältnis zum medialen Femurkondylus fand ich stets konstant, nämlich auf der Lateralseite desselben; man gewinnt den Eindruck, dass dieser Teil der Eminentia die Rolle eines Riegels spielt, der verhindert, dass sich die Tibia im Verhältnis zum Femur medialwärts verschiebt, eine Seitenverschiebung, die z. B. infolge der schrägen Richtung des Lig. patellae leicht denkbar ist. Dass bisweilen eine bedeutende horizontale Druckkomponente zwischen der Eminentia und dem medialen Femurkondylus vorhanden ist, halte ich für wahrscheinlich. In einem Fall konnte ich eine scharf markierte Fazette mit sklerosiertem Knochen am medialen Femurkondylus gegenüber der Eminentia feststellen.

Zwischen den Tubercula verläuft eine Furche in dorsovolarer Richtung über die Eminentia, welche die Fossa intercond. tibiae ant. und post. verbindet. Der Querschnitt dieser Furche zeichnet sich auf dem Röntgenbild als ein Einschnitt zwischen den Tuberkula ab; dieser ist bisweilen sehr flach und bloss angedeutet. bisweilen erreicht er eine Breite von 1 cm und eine Tiefe von $^1/_2$ cm. In diese Furche wird das vordere Ligamentum cruc. hinabgedrückt, wenn das Knie gestreckt ist, und hier liegen die Ansatzstellen des lateralen Meniskus. Parson hat nachgewiesen, »that the form of the tibial head and spine depends largely on the arrangement of the contiguous soft parts», und es ist möglich, dass Variationen sowohl

[1] Eine eigentümliche Meniskusvariante wird von Bristow beschrieben. Er fand einen lateralen Meniskus, der nicht sichelförmig war, sondern aus einer vollständigen runden Scheibe bestand. »It was a normally placed and normally attached cartilage, but it formed a complete disc across the outer half of the kneejoint.»

der Menisken als der Ligamenta cruc. das wechselnde Aussehen der interkondylären Tibiapartie bedingen. Hierfür spricht ein Befund, den ich bei meinen experimentellen Untersuchungen erhoben habe. Ich fand nämlich ein Kniegelenk, dem das vordere Ligamentum cruc. fehlte; nur ein millimeterdicker Bindegewebsstrang streckte sich von dem intertuberkulären Tibiagebiet zu der interkondylären Femurpartie. Der intertuberkuläre Einschnitt der Eminentia auf dem Röntgenbild war in diesem Falle sehr schmal; die Tuberkula waren gross und standen nahe beieinander, so dass zwischen ihnen nur eine schmale Rinne für die Ansätze des lateralen Meniskus blieb. Die Spitzen der Tuberkula waren gegeneinander gebogen, wodurch die Rinne fast geschlossen wurde. Dass ein Ligamentum cruc. von normaler Dicke nicht zwischen solche Tuberkula niedergedrückt werden kann, ist ohne weiteres klar. Bei dem anderen Knie war das Lig. cruc. ant. normal entwickelt, und das Röntgenbild zeigt hier einen tiefen und offenen Einschnitt zwischen den Tuberkula. Der Unterschied zwischen dem rechten und linken Knie ist aus Abb. 10 ersichtlich. Wegfall des vorderen Ligamentum cruc. kann also Veränderungen im Röntgenbild des Kniegelenks bedingen.

Diese Umbildung der Tuberkula darf nicht mit den Exostosenauflagerungen bei chronischer Arthritis verwechselt werden. Diese letzteren sitzen als mehr lose Gebilde auf den Tuberkula und ragen in den Raum zwischen den Femurkondylen und den Ligamenta cruc. hinein. Das Aussehen der Exostose am lateralen Tuberkulum wechselt mit den beschriebenen Lagevariationen des Tuberkulums zum Femurkondylus, hat aber gewöhnlicherweise im rechten Kniegelenk eine ◺-artige Form, im linken Knie natürlich umgekehrt ◿ (s. Abb. 1, Nr. 4—5).

Ausser der eben beschriebenen Druckstelle zwischen dem lateralen Femurkondylus und der nach aussen abfallenden Seite der Eminentia intercond. gibt es bei gestreckter Stellung noch zwei weitere Gebiete, wo die Femur- und Tibiakondylen kräftig gegeneinanderstossen, und wo man Veränderungen von Knorpel und darunterliegendem Knochen findet, nämlich die beiden sog. Grenzrinnen am Femur und an den entsprechenden Partien des vorderen Tibiarandes. Diese Grenzrinnen entstehen nach Fick dadurch, dass die Femurkondylen bei

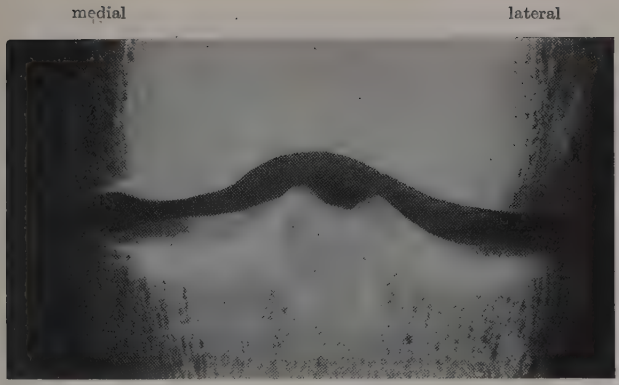



Abb. 3. Die obere Konturlinie des medialen Tibiakondylus wird vom vorderen Rand des Kondylus gebildet. Dieser Kontur parallel zieht eine Linie quer über den Femurkondylus und endet medial mit einer kleinen Einkerbung in der unteren Konturlinie des Femurkondylus. Normales Aussehen der vorderen »Grenzrinne».

Abb. 4. Eine 6 mm hohe Exostose ragt vom vorderen lateralen Teil des medialen Tibiakondylus auf (Streckhemmungsexostose).

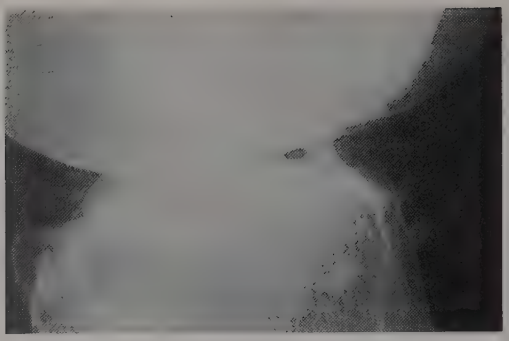


Abb. 5. Dasselbe Kniegelenk wie in der Abb. 4 in gestreckter Stellung. Die Streckhemmungsexostose stösst an den medialen Femurkondylus.

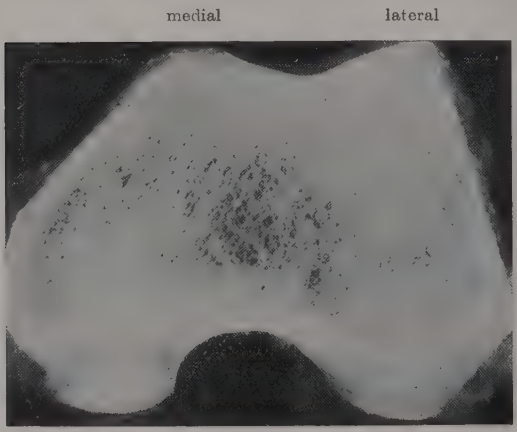



Abb. 6. Röntgenbild eines 5 mm dicken, horizontalen Schnittes durch das untere Ende des Femurs 15 mm oberhalb des Kniegelenks. Die scharfe vordere Kante des lateralen Femurkondylus ist gut sichtbar.

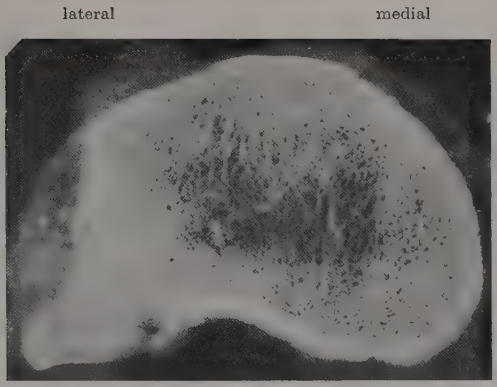



Abb. 7. Röntgenbild eines 5 mm dicken, horizontalen Schnittes durch den Tibiakopf 1 cm unterhalb des Gelenks. Der laterale Kondylus ist kleiner, zeigt aber eine etwas dichtere Struktur.

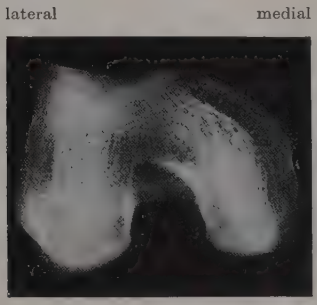
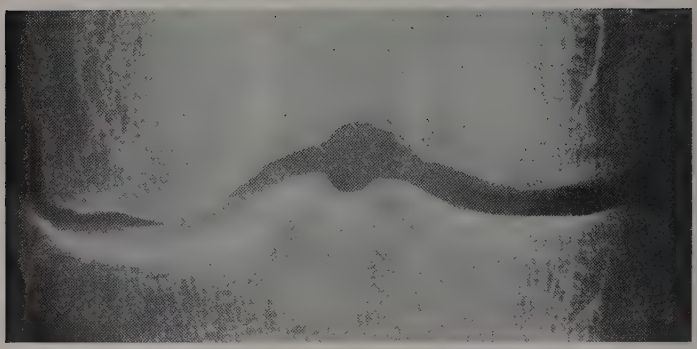



Abb. 8. Röntgenbild der abgesägten Femurkondylen in axialer Projektion. Die dichtere Struktur des lateralen Kondylus und dessen scharfe vordere Kante sowie die lateralkonkave Bogenform des medialen Kondylus treten deutlich hervor. Die vordere untere Kante des lateralen Kondylus ist bei vielen Individuen sehr scharf und lässt sich in Beugestellung lateral von der Patella leicht palpieren.



lateral medial

Abb. 9. Im Gelenk zwischen den medialen Kondylen eine der Unterfläche des Femurkondylus parallele, schwarze Linie, die auf Fett zwischen den inkongruenten Gelenkknorpeln beruht.

rechts links

Abb. 10. Exp. 20. Die Tuberkula sind im linken Knie grösser als im rechten und beugen sich gegeneinander, wodurch ein kreisrunder Zwischenraum entsteht, der sich durch eine ganz schmale Spalte nach oben öffnet. Im linken Knie fehlte das Lig. cruc. ant.

Beendigung der Streckung gegen die Menisken stossen, welche die vorderen Ränder der Tibiagelenkflächen bedecken. Fick bestreitet, dass die Kondylen sich direkt berühren, im Gegensatz zu Bovin, der bestimmt erklärt: »nur in den äusseren Teilen bilden sich die Grenzrinnen durch Einklemmung der vorderen Hörner der Menisken, während die inneren, zunächst der Fossa intercondyloidea tibiæ liegenden Teile durch direkten Kontakt zwischen den Femur- und Tibiakondylen entstehen». In bezug auf die mediale Grenzrinne stimme ich Bovin zu; zwischen dem Vorderhorn des medialen Meniskus und der Tibiainsertion des vorderen Ligamentum cruc. befindet sich zweifellos ein Gebiet, wo die Kondylen direkt aneinanderstossen. Dieses Gebiet ist grösser oder kleiner, je nachdem wie sich das Vorderhorn des Meniskus ansetzt, wobei sich grosse Variationen finden. Von diesem kleinen Gebiet sieht man auf dem Röntgenbild bisweilen eine Exostose bis zur Höhe von mehreren Millimetern aufragen, ein Ausdruck, glaube ich, der lokalen chronischen Reizung, welche die Streckhemmung in gewissen Fällen auslösen kann (s. Abb. 4—5). Diese Exostose habe ich nur bei älteren Leuten beobachtet, auch die Grenzrinnen zeichnen sich bekanntlich mit zunehmendem Alter deutlicher ab.

Die mediale Grenzrinne tritt nach Miculicz in der Regel am stärksten hervor. Auf dem Profilröntgenbild erscheint sie fast regelmässig als eine Einbuchtung in der vorderen unteren Kontur des medialen Femurkondylus. Ist die Grenzrinne gut entwickelt, so tritt sie auch auf dem Enfacebild in einer quer über den Femurkondylus gehenden Linie hervor. Diese Linie verläuft parallel dem Vorderrande des medialen Tibiakondylus und endet medialwärts oft mit einer kleinen Kerbe in der unteren Kontur des Femurkondylus, eine kleine Unregelmässigkeit, die leicht fehlerhafter Weise auf arthritische Veränderungen zurückgeführt werden kann (s. Abb. 3). Ihr Zusammenhang mit der Grenzrinne ist indes klar, wenn man beobachtet, dass sie sich in einer Linie quer über den Femurkondylus fortsetzt.

Die laterale Grenzrinne tritt auf dem Profilbild als eine flache Einbuchtung in der unteren Kontur des lateralen Femurkondylus etwas dorsalwärts von der medialen Grenzrinne hervor. Auf dem Enfacebild sieht man sie selten.

Die Höhe des Knorpels zwischen Femur und Tibia wechselt bei verschiedenen Personen recht bedeutend. Fick beschreibt den Knorpel folgendermassen: »Der Knorpelüberzug ist an der lateralen Schienbeinpfanne etwas dicker als an der medialen. Auf dem Sagittalschnitt ist er in der Mitte am dicksten, auf dem Frontalschnitt etwas näher der Gelenkmitte, etwa an der Grenze zwischen dem mittleren und dem der Eminentia int. zugekehrten Drittel der Pfanne. An dieser Stelle ist der Knorpel etwa 4—5 mm dick. Der Knorpelüberzug an den Femurrollen ist ungefähr gleich dick (an beiden Rollen). Auf dem Frontalschnitt ist er an beiden Rollen etwas 'centralwärts' von der Mitte der queren Rollenkrümmung am dicksten» (nach Werner 2—3 mm). Die Knorpelhöhe zwischen Femur und Tibia erreicht also 6—8 mm, wovon zwei Drittel auf die Tibia entfallen. Der Knorpel der Tibia unterscheidet sich ausserdem von dem des Femur durch seine weiche Konsistenz, die ihn bedeutend plastischer macht als den Femurknorpel. Benninghoff hat in einigen Fällen sogar »gallertige Erweichung des Knorpels an den Tibiapfannen» gefunden.

In normalen Fällen ist auf dem Röntgenbild keine Grenze zwischen dem Knorpel der Tibia und dem des Femur sichtbar. Unter pathologischen Verhältnissen kann diese Grenze dadurch hervortreten, dass die Oberflächenschicht der Knorpel verkalkt ist (auch die Menisken pflegen dann mit Kalkeinlagerungen hervorzutreten). In einigen Fällen von chronischer deformierender Arthritis habe ich *Fett* zwischen den Knorpelflächen angetroffen, das auf dem Röntgenbild als ein stärker exponierter Streifen erscheint, welcher der Knochengelenkfläche des Femurkondylus eine längere oder kürzere Strecke parallel läuft (Abb. 9). Dies lässt sich kaum in anderer Weise erklären als so, dass der Tibiaknorpel an dieser Stelle defekt ist, und dass die Inkongruenz zwischen den Knorpelflächen der Kondylen von Fettgewebe ausgefüllt wird. Bei einer Anzahl experimentell erzeugter Kondylusfrakturen habe ich einen solchen durch Fett hervorgerufenen Streifen beobachtet, das durch das Trauma in das Gelenk gelangt war. Das klinische Frakturmaterial zeigt dies äusserst selten, wahrscheinlich weil das Gelenk in diesen Fällen gleichzeitig mit Blut gefüllt wird. Nur einmal sah ich einen solchen Fettstreifen angedeutet (Fall 83).

Die Knochenspongiosa hat in den Femur- und Tibiakondylen ganz verschiedene Struktur. Dies beruht teilweise darauf, dass sich rings um den Tibiakopf nahe der Gelenkfläche kräftige Muskeln befestigen, von denen ein Teil mit grossen tuberösen Sehnenansätzen ausgerüstet ist, zu denen die Spongiosabälkchen hinziehen. An den Femurkondylen sind die Sehnenansätze weniger zahlreich und liegen nicht so nahe am Gelenk, wodurch der Knochen einen einheitlicheren Bau erhält und leichter zu analysieren ist (s. Abb. 6—8).

Auf dem Enfacebild des Kniegelenks sieht man, dass die dichte Kortikalis der Femurdiaphyse am Übergang zu den Kondylen etwas aufgelockert wird, dass sich aber zwei starke »Pfeiler» von Knochenbalken nach unten durch die Mitte eines jeden Kondylus fortsetzen. Unmittelbar oberhalb der Gelenkfläche nähern sich diese »Pfeiler» einander und konvergieren bogenförmig gegen einen Punkt, der ungefähr der Tuberositas tibiae entspricht. Sie endigen rechtwinklig zur Femurgelenkfläche. Der laterale »Pfeiler» ist im allgemeinen kompakter, seine Knochenbälkchen stehen dichter als die des medialen, dessen Spongiosabälkchen lichter stehen und über ein grösseres Gebiet verstreut sind. Durch anatomische Untersuchungen an Sägeschnitten durch das untere Femurende ist ja auch schon lange bekannt, dass der laterale Femurkondylus eine dichtere Struktur hat als der mediale (Krause, Gebhardt). Diese Differenz zwischen dem lateralen und dem medialen Femurkondylus fand ich bei Genu valgum ausgeprägter. Chevrier hat darauf hingewiesen, dass sich im unteren Femurende quergehende Knochenbälkchen befinden, die fächerförmig von der interkondylären Partie ausstrahlen. Auch diese Knochenbälkchen sind im lateralen Kondylus reicher entwickelt. »Ces fibres latérales sont obligées de partir du noyau basal intercondylien, en fasceaux condensés. Ces condensations sont surtout fréquentes dans le condyle externe, les travées qui se portent vers la gouttière d'insertion du poplité étant très nombreuses.» Carey hat kürzlich dieses System von Knochenbälkchen mit den Kräften in Zusammenhang gebracht, die durch die Ligamenta cruc. auf die Femurkondylen übertragen werden.

Die Femurkondylen zeigen auf dem Enfacebild eine dichtere Struktur als die Tibiakondylen. Diese grössere Dichte beruht teilweise auf der grösseren Ausdehnung der Femurkondylen in der Sagittalebene, aber auch auf einer dichteren Anhäufung von Knochenbälkchen, also auf einer wirklich, nicht nur scheinbar stärkeren Konstruktion der Femurkondylen. Der Grund für diese Differenz ist keine Verschiedenheit der Belastung, denn diese muss natürlich für die Gelenkflächen des Femur und der Tibia gleich sein, sondern eher der Umstand, dass die Femurkondylen infolge des Gleitens der Tibia *sukzessiv* auf dem einen Punkte nach dem anderen belastet werden und an jedem Punkte gerüstet sind, volle Belastung auszuhalten, während die Belastung der Tibia in allen Stellungen ungefähr dasselbe Gebiet trifft. Dieser Mechanismus bedingt zweifellos eine grössere Stärke des Femur, was teilweise zu erklären vermag, weshalb Kondylusbrüche an der Tibia so viel häufiger sind als am Femur.

Die Struktur der Tibiakondylen lässt sich auf dem Enfacebild schwer analysieren, und ein deutlicher Dichtigkeitsunterschied der Spongiosa zwischen dem lateralen und medialen Kondylus ist nicht mit Sicherheit zu beobachten. Albert hat die Spongiosastruktur an horizontalen Sägeschnitten durch die Tibiaëpiphyse untersucht und beschreibt sie folgendermassen: »An horizontalen Querschnitten der proximalen Epiphyse sieht man besonders schöne, ansehnliche, der vorderen Contour parallel ziehende Lamellen den Raum zwischen den Gebieten der Gelenksfacetten durchziehen . . . Eine Fortsetzung dieser grossen Contourlamellen findet sich auf dem medialen und auf dem lateralen Umfange der Epiphyse; in einzelnen Schnitten sieht man, wie diese Lamellen in *dichterem* Zuge paralleler Glieder auf die *laterale* Wandung des Condylus lateralis auffallen, während sie am medialen Condylus . . . weiter nach rückwärts laufen.» Auch für die Tibia würde also gelten, dass der laterale Kondylus die dichtere Struktur hat. Tantons schematische Auffassung von der Konstruktion des Tibiakopfes stimmt wenig mit der Wirklichkeit überein.

Ludloff hat an Röntgenbildern die Entwicklung des Kniegelenks studiert und dabei gefunden, dass sich die Struktur im lateralen Femurkondylus früher und kräftiger ausbildet als

im medialen. Er sagt hierüber: »Die innere Architektur der Epiphyse erscheint folgendermassen: von 0,3 (Jahren) können wir eine feine Vertikalstreifung in der Epiphyse konstatieren, und zwar sind diese Vertikalstreifen schon bei 0,3 mehr in der *lateralen* Hälfte sichtbar. Bei 2 (Jahren) ist schon ein recht deutlicher Unterschied zwischen medialer und lateraler Hälfte der Epiphyse, noch deutlicher ist diese Anordnung der Längsknochenbalken bei 2,3—3—3,1. Im Gegensatz zu dieser mit Längsbälkchen angefüllten lateralen Hälfte steht die mehr durchscheinende mediale Hälfte. Erst von 4 an werden auch in der medialen Hälfte Längsbälkchen sichtbar. Von 5 an sehen wir dann in der Epiphyse 2 Gruppen von Längsbälkchen, eine dichtere im Condylus lateralis und eine lockrere im Condylus medialis.» Ich konnte an einer Serie Röntgenbilder von gesunden Kindern dasselbe konstatieren. Auch für die Entwicklung gilt der Satz, dass die Differenz in der Spongiosadichte zwischen den Kondylen um so grösser wird, je ausgesprochener die Valgusstellung ist.

Die kräftigere Konstruktion der lateralen Kondylen sowie der dickere Gelenkknorpel zwischen ihnen scheinen mir darauf hinzudeuten, dass der Belastungsdruck pro Flächeneinheit auf der Lateralseite grösser sein kann als auf der Medialseite, und da das Kniegelenk meist und am stärksten bei gestreckter Stellung belastet wird, so ist die Annahme begründet, dass die Belastung bei gestreckter Stellung der Konstruktion der Kondylen diese Spuren aufgedrückt hat. Ich bemerke ausdrücklich, dass es sich um den Druck pro Flächeneinheit handelt, und dass damit nicht das Geringste darüber gesagt wird, ob der laterale oder der mediale Kondylus als Ganzes stärker belastet ist. Die im Durchschnitt grössere Belastung pro Flächeneinheit zwischen den zentralen Teilen der lateralen Kondylen beruht meiner Ansicht nach darauf, dass auf der Lateralseite die Berührungsfläche zwischen den Kondylen bedeutend kleiner ist und die Gelenkenden hier inkongruenter sind als auf der Medialseite.

MONTEIL hat nach dem Referat von LEMERCIER gefunden, dass der laterale Tibiakondylus leichter zertrümmert wird als der mediale (»un poids de 20 kilos à quarante centimètres de hauteur suffit pour fracturer le condyle externe beaucoup plus fragile que

l'interne»). Dies ist indes ein grober Versuch, der nur die absolute Stärke der Kondylen misst, und dessen Ergebnis ganz darauf beruhen kann, dass der laterale Tibiakondylus kleiner ist als der mediale. Derselbe besagt nichts über die Widerstandskraft der Kondylen pro Flächeneinheit der Gelenkfläche. Eine Untersuchung, die diese letztere Frage berücksichtigt, würde ein besseres Bild von der Stärke der Kondylenkonstruktion geben.

Die Verteilung der Belastung auf eine Gelenkfläche zu berechnen, ist übrigens ziemlich schwierig, obgleich die Berechnung hinsichtlich des Kniegelenks bei gestreckter Stellung dadurch erleichtert wird, dass die Gelenkflächen ständig dieselbe Stellung zueinander einnehmen. Doch ist die Lage des Körpergewichts und damit die Muskelspannung unbekannt, falls man nicht von einer bestimmten, genau definierten Körperhaltung ausgeht. Beim Studium der traumatischen Veränderungen des Gelenks ist man hierzu indes selten in der Lage, da es schwer ist, zuverlässige Angaben über die Körperstellung beim Unfall zu erhalten. Was die Verteilung der Muskelspannung auf die Kondylen anlangt, so ist es wenigstens für die Strecker klar, dass die laterale Partie des Gelenks mehr belastet ist, denn die Insertionen sowohl des M. quadriceps als des Tractus iliotibialis liegen lateral von der Mittellinie des Tibiakopfes.

## KAP. 2.

### Über die Veränderungen, die im Kniegelenk durch experimentelle Hyperabduktion, -adduktion und -extension entstehen.

Experimentelle Studien über die Schäden, die im Kniegelenk bei Bruch nach verschiedenen Richtungen entstehen, wurden von Bonnet (1845), Segond (1879), Dittel (1876) und Hönigschmidt (1893) gemacht.

Die Arbeiten von Bonnet und Segond waren mir nicht im Original zugänglich, weshalb ich ein Referat von Corvisy über ihre Arbeiten zitiere: »Les mouvements exagérés de flexion ne produisent aucune lésion physique, les surfaces articulaires du tibia et du femur entrent en contact avant qu'une distension douloureuse de l'articulation ne se produise[1]; néanmoins, si à cette flexion brusque se joint une contraction violente du triceps crural, il peut y avoir arrachement du ligament rotulien. — — — Dans l'extension forcée, on peut avoir des fractures surtout chez les sujets à système osseux raréfié; chez les adultes bien constitués, on a surtout des déchirures des ligaments postérieurs et des arrachements des ligaments latéraux, avec esquilles osseuses attachées à ces ligaments. Avec des mouvements forcés de latéralité, Bonnet obtenait, en déployant une violance extrême, soit une divulsion complète de l'épiphyse, surtout chez les jeunes gens; soit des arrachements ligamenteux, surtout chez les adultes; soit, chez les vieillards et les sujets à système osseux raréfié, des fractures par arrachement, avec du côté où portait le choc, un écrasement du condyle. — — — Par rotation forcée, Bonnet obtenait généralement une fracture de jambe au tiers inférieur.«

[1] Dittel gelang es, durch Anbringung eines Keiles in der Kniekehle eine Zerreissung des Lig. cruc. ant. bei Hyperflexion hervorzurufen.

Dittel und vor allem Hönigschmidt haben die Ligamentzerreissungen und Luxationen, die bei Hyperflexion, Hyperextension, Hyperabduktion, Hyperadduktion, Pronation und Supination entstehen, durch zahlreiche Experimente weiter untersucht. Ihre Resultate stimmen in bezug auf die Ligamentzerreissungen in der Hauptsache mit den meinigen überein; bezüglich Frakturen und Absprengung von Knochenfragmenten im Zusammenhang mit den Ligamentrissen führte meine Untersuchung indes dank der durch die Röntgenphotographie gegebenen verfeinerten Untersuchungsmethode zu sichreren Resultaten. Einerseits entgingen mir bei der Sektion nicht selten Sprünge und Absprengungen, die auf dem Röntgenbilde deutlich hervortreten, anderseits erleichterte die direkte Besichtigung der Frakturen die Deutung vieler Röntgenbilder. Ich habe die Schäden untersucht, die im Kniegelenk in 30 Fällen von Hyperabduktion (Valgusbruch), in 30 Fällen von Hyperadduktion (Varusbruch) sowie in 20 Fällen von Hyperextension entstanden, und dabei in sämtlichen Fällen sowohl von der Röntgenphotographie wie der direkten Inspektion Gebrauch gemacht.

Versuche mit Hyperflexion und Hyperrotation habe ich nicht ausgeführt, denn die Untersuchungen von Bonnet, Dittel und Hönigschmidt zeigen, dass diese Gewalteinwirkungen im allgemeinen keinen Kondylusbruch hervorrufen, sondern nur Ligamentzerreissungen oder Diaphysenfrakturen. Zur Anwendung kamen nur frische Leichen. Alte anatomische Präparate besitzen nicht dieselbe Festigkeit in Knochen und Ligamenten wie vor und gleich nach dem Tode. Das Kniegelenk wurde mit kräftigem Griff um das Fussgelenk über einer Tischkante gebrochen, welcher der Femurepikondylus und bei Hyperextension der obere Rand der Patella anlag. Nach dem Bruch wurde das Knie röntgenphotographiert, und danach durch einen grossen, auf der Vorderseite durch das Lig. patellae gelegten Querschnitt das Gelenk inspiziert. Nach Besichtigung des Kollateralligaments und des Lig. cruc. ant. wurden diese durchschnitten, worauf die Tibia zur Inspektion der Gelenkflächen und des hinteren Ligamentum cruciatum hervorluxiert werden konnte. Auf diese Weise wurde eine gute Übersicht über das Kniegelenk erhalten.

Bei Varus- und Valgusbrüchen habe ich das linke Knie in Adduktion, das rechte in Abduktion gebrochen. (Nur beim II. und III. Versuch wurden beide Beine in Ab- resp. Adduktion gebrochen.) Die Fehlerquelle, die in der von Fall zu Fall wechselnden Festigkeit von Knochen und Ligament liegt, wird dadurch eliminiert, wodurch die Resultate der Hyperab- und adduktion besser vergleichbar werden. Der Bruchwinkel betrug zwischen 30° und 90°, bei den meisten Versuchen 45°. Durch Variierung des Bruchwinkels erhält man eine bessere Übersicht über das sukzessive Eintreten der Schäden und den Mechanismus ihrer Entstehung. Hyperabduktion ist immer leichter zu erzielen als eine entsprechende Hyperadduktion. Die unvergleichlich stärkste Kraft erfordert die Hyperextension. Die Kraft, die angewendet werden muss, variiert indes stark von Fall zu Fall, was teils auf der Festigkeit des Knochens beruht (ein osteoporotischer Knochen ist viel leichter zu frakturieren als einer mit normalem Kalkgehalt), teils auf der Form des Gelenks (ein schmales Kniegelenk ist leichter zu brechen als ein breites, was auf der Verschiedenheit des statischen Moments beim Brechen beruht).

*Schäden nach Hyperabduktion.* (Versuch I—XXX rechts.) Das Aussehen des Schadens beruht auf dem Verhältnis zwischen der Festigkeit des Knochens und der der Ligamente. Bei kräftigem Knochenbau kommt es zu Zerreissung des Bandapparates; eine Schwächung der Festigkeit des Knochens durch Krankheit, Inaktivität oder Alter bedingt eine relativ grössere Stärke des Bandapparates, wodurch leichter eine Fraktur entsteht. Bei allen grossen Frakturen fehlen entweder Ligamentschäden (VII, X), oder sie beschränken sich auf Risse des medialen Kollaterallig. (IX, XI, XIV, XVI, XXI, XXIV, XXIX). In 4 Versuchen mit Schädigung der lateralen Gelenkfläche entstand ausser einer Zerreissung des medialen Kollaterallig. ein Schaden am hinteren Lig. cruc., der Knochenschaden ist aber in diesen Fällen ganz unbedeutend und besteht nur in einer röntgenologisch kaum sichtbaren, kleinen Kompression an der lateralen Tibiagelenkfläche (II a, XIII, XVIII, XXV; in II a auch ein kleiner Riss im vorderen Lig. cruc.). Die Ligamentschäden werden dagegen sehr gross, wenn keine

Fraktur entsteht (z. B. VI, XV, XVII, XXII, XXVI, XXX). Dies zeigt also, dass die *Knochen- und Ligamentschäden nicht in einer direkten Proportion zueinander stehen, sondern eine Tendenz zum Alternieren haben.*

Unter 30 Versuchen mit Hyperabduktion entstand bei 14 eine Fraktur, bei 13 davon am lateralen Tibiakondylus und bei 1 am Femur (XX).

Von den 13 Tibiakondylusbrüchen waren 8 typische Kompressionsfrakturen mit schalenförmiger Eindrückung der lateralen Gelenkfläche, Frakturen von dem Typus, wie er in der Gruppe B 1 des klinischen Materials geschildert wird (siehe Seite 64). Die 4 übrigen bestanden aus ganz leichten Schäden (Kompressionen) an der lateralen Gelenkfläche (vgl. Seite 108), und in einem Falle fand sich eine Absprengung einer kleinen Randpartie an der Tuberositas tract. iliotib. Die letztere Fraktur entstand durch Brechen des Unterschenkels nach vorne lateral, und demnach nicht durch reine Hyperabduktion. Aus den Experimenten scheint also hervorzugehen, *dass Hyperabduktion des Unterschenkels in vielen Fällen eine Kompressionsfraktur am lateralen Tibiakondylus mit schalenförmiger Eindrückung der lateralen Gelenkfläche hervorruft.* Dagegen entstand in keinem Fall eine Spaltfraktur von dem Typus, wie er in Gruppe A 1 des klinischen Materials geschildert wird (s. Seite 62).

Die Kondylusbrüche haben in allen Fällen (VII, X, XI, XIV, XVI, XXI, XXIV, XXIX) ein ziemlich gleichartiges Aussehen. Das Charakteristische für diese Frakturen ist eine mehr oder weniger tiefe, schalenförmige Herabpressung des Zentrums der lateralen Tibiagelenkfläche. Die Randpartie des Kondylus ist nicht hinuntergepresst, sondern bleibt als Wall um die zentrale Vertiefung stehen. Durch radiär diesen Wall durchsetzende Fissuren kann die Randpartie jedoch in mehrere Fragmente zersprengt sein, von welchen einige mitunter zentrifugal disloziert sind, wodurch der Umfang des Kondylus grösser wird. Eine grössere oder kleinere zentrale Partie der Knorpelgelenkfläche ist in die Spongiosa des Kondylus hinuntergepresst, und die Knorpelfläche wird von Rissen überquert, durch die Blut und Knochenmark (Fett) ins Gelenk hinaufdringen. Der laterale Meniskus erwies sich in der Regel als ungeschädigt, einmal war er vorne von der Kapsel

abgelöst und spannte sich als freier Strang quer über die Grube in der Gelenkfläche.

Das Röntgenbild zeigt entsprechende Veränderungen: die Herabpressung der Knochengelenkfläche, die Verbreiterung des Kondylus und die Kompression der Spongiosa im Kondylus, dessen Struktur »verwischt» ist. (Abb. 11—12). In 2 Fällen trat auf dem Röntgenbilde ausserdem eine Querfraktur durch das Collum tibiae hervor und in zwei Fällen ein Bruch am Capitulum fibulae.

Diese Kondylusbrüche werden durch den Druck in *axialer Richtung* verursacht, der bei Hyperabduktion zwischen den lateralen Kondylen entsteht. Wenn eine solche Fraktur während des Lebens zustandekommt, addiert sich zu diesem axialen Druck die Muskelkraft und ausserdem die lebendige Kraft, die eventuell in der Längsrichtung des Beines wirkt und dadurch entsteht, dass sich das Individuum in Bewegung befindet, wenn der Bruch eintritt (indem es aus der Höhe fällt, in einer Bewegung nach vorn bremst oder dergl.). Diese beiden letzten Kräfte belasten ausschliesslich die Kondylen, wodurch der Druck auf diese grösser wird als die Spannung im Bandapparat. Man kann sagen, dass sich die Ligamentspannung relativ um einen Betrag verringert, der der axialen Druckkomponente der lebendigen Kraft und der Muskulatur entspricht, oder m. a. W., dass diese Kräfte den Ligamentapparat auf Kosten des Knochens schützen. Danach ist zu erwarten, dass unter diesen Umständen Frakturen leichter entstehen, auch bei Individuen mit kräftigem Knochenbau, und in den Fällen, wo sowohl Fraktur wie Ligamentzerreissung vorliegt, dass diese letztere weniger ausgesprochen sein wird als bei den experimentellen Valgusbrüchen.

In 4 Fällen entstanden ganz leichte Schäden an der lateralen Gelenkfläche, die so wenig auf dem Röntgenbilde sichtbar waren, dass sie leicht der Aufmerksamkeit hätten entgehen können (XIII, XVIII, XXV, XXVII). Im Falle XIII wurde bei der Sektion ein sagittalgehender Sprung im Gelenkknorpel unmittelbar neben dem lateralen Tuberkulum beobachtet. Auf dem Röntgenbilde sieht man eine kleine Kerbe in der Kontur der Knochengelenkfläche, was auf eine leichte Eindrückung (kaum 1 mm) der zentralen Partie der Gelenk-

fläche deutet. Im Falle XVIII wurde bei der Sektion keine Fraktur beobachtet, aber vermerkt, dass der Gelenkknorpel lateral vom lateralen Tuberkulum in warzenähnliche Papillen aufgelockert war. Auf dem Röntgenbilde sieht man, dass dieses Gebiet der Knochengelenkfläche 2 mm hinuntergedrückt und die Spongiosa auf einem kleinen Gebiete komprimiert ist. Fall XXV war ähnlich, auch hier wurde eine Auflockerung des Gelenkknorpels in warzenähnliche Papillen beobachtet, und das Röntgenbild zeigt eine kleine Kompressionsfraktur. Im Falle XXVII wurde sowohl bei der Sektion wie auf dem Röntgenbilde eine kleine Kompressionsfraktur lateral vor dem lateralen Tuberkulum beobachtet. Interessant ist, dass die Ligamentschäden in diesen 4 Fällen von ganz leichten Kompressionen am Kondylus grösser waren als bei den grossen Kompressionsbrüchen. Wenn solche röntgenologisch unbedeutend hervortretende Veränderungen bei einem Patienten gefunden werden, soll man sie deshalb nicht unbeachtet lassen; sie können auf ernste Schäden am Bandapparat des Gelenks deuten, vor allem, wie die Experimente zeigen, auf Risse am Lig. coll. med. und Lig. cruc. post.

In einem Fall (XX) entstand bei einem 18jährigen Jüngling eine suprakondyläre Femurfraktur, aber kein Knieschaden. Eine ähnliche Fraktur entstand bei Hyperadduktion des anderen Beines (siehe Abb. 15, S. 57). Dass ein solcher Schaden auftreten konnte, beruhte darauf, dass die Epiphysenknorpelscheiben noch vorhanden waren, und das Experiment zeigt eine der Ursachen dafür, dass Tibiakondylusbrüche in den Wachstumsjahren selten sind.

Was die Ligamentschäden betrifft, so ist eine deutliche Regelmässigkeit zu merken. Am häufigsten ist eine Zerreissung des medialen Kollaterallig. (27mal), nächst häufig die des hinteren Lig. cruc. (16mal); das vordere Lig. cruc. ist 10mal gerissen und das laterale Kollaterallig. keinmal. Wenn das vordere Lig. cruc. gerissen ist, so ist dies ausnahmslos auch beim hinteren der Fall, und wenn das hintere geschädigt ist, so ist das mediale Kollaterallig. regelmässig stark zerrissen. Dies deutet darauf, dass die Ligamente in einer gewissen Reihenfolge zerrissen werden, welche Reihenfolge auch beim Brechen zu beobachten war; zuerst riss nämlich

das mediale Kollaterallig., dann das hintere Lig. cruc. und zuletzt das vordere Lig. cruc. Bei partieller Ruptur des Lig. cruc. post. sind die medialen Züge vom Femur abgetrennt, bei partieller Ruptur des Lig. cruc. ant. ist gewöhnlich die hintere-untere Portion von der Tibia losgerissen (letzteres jedoch weniger regelmässig als ersteres). Dass die mediale Portion des hinteren Lig. cruc. zuerst reisst, ist recht natürlich, weil die Vergrösserung des Abstandes zwischen Tibia und Femur bei Hyperabduktion nach der medialen Seite zu bedeutender wird.

Das mediale Kollaterallig. war 17mal vom Femur abgetrennt, 7mal war es in der Mitte, 3mal sowohl an der Femuransatzstelle wie in der Mitte gerissen, nie aber von der Tibia abgelöst. Von der Femuransatzstelle war 12mal ein Knochenfragment abgerissen, bei anderen Fällen ist vermerkt, dass kein Knochenfragment vorhanden war, dass die Rissfläche aber durch abgerissene griessähnliche Knochenkrümchen »sandig» war (diese abgerissenen Knochenbröckelchen waren niemals auf dem Röntgenbilde zu beobachten). Bei 4 Fällen, wo das Ligament in der Mitte gerissen war, wurden sowohl Kapsel wie Ligament in einer solchen Weise geschädigt, dass die mittlere Partie des medialen Meniskus vollständig frei lag. Dass ein solcher Schaden beim Lebenden die Gefahr einer später eintretenden Meniskusluxation erhöhen muss, ist ziemlich klar, ich habe aber in der Literatur keinen Hinweis darauf gefunden. In einem Falle bestand eine wirkliche Luxation der hinteren Hälfte des medialen Meniskus nach vorn (XXIII).

Auf mehreren Röntgenbildern kann man hier und da sehen, wie sich die Gelenkspalte durch einen dunklen Streifen markiert, was darauf beruht, dass das Fett beim Bruch ins Gelenk rann. Das Fett ist für die Röntgenstrahlen leichter durchgängig als der Knorpel, und der Kontrast genügt, um die Knorpelgelenkflächen auf dem Röntgenbilde zu markieren. (Vgl. S. 18 und Abb. 9.)

*Schäden nach Hyperadduktion.* (Versuch I—XXX links.) Die Schäden, die durch Hyperadduktion entstehen, sind eigentümlicherweise den eben beschriebenen, nach Hyperabduktion entstehenden, nicht analog. *Frakturen am medialen Tibiakon-*

*dylus, die den schalenförmigen Kompressionsbrüchen am lateralen Kondylus entsprechen würden, kommen nicht vor. In sämtlichen Fällen erwies sich die mediale Tibiagelenkfläche bei der Inspektion als vollständig ungeschädigt*, abgesehen von den Fällen, in welchen das vordere Lig. cruc. von seiner Ansatzstelle an der Tibia ein grosses Fragment losgerissen hatte, welches das mediale Tuberkulum und eine kleine Partie der Gelenkfläche umfasste. In keinem Falle konnte man eine Deformierung der Knorpelgelenkfläche oder Risse in ihr beobachten. 2mal (VII und XXI) entstand eine Querfraktur im Collum tibiae, in einem von diesen Fällen fand sich auch eine kleine Fissur, die vom Querbruch in der Längsrichtung des Beines aufwärts verlief und zwischen den Tuberkula mündete. Erst nach Entfernung des Lig. cruc. ant. wurde diese Fissur entdeckt; sie reichte also nicht in die freie Gelenkhöhle hinein und war nur scheinbar auf dem Röntgenbilde intraartikular (vgl. S. 107). Die Lage der Kondylen zueinander war ungestört.

In einem Falle (XVI) entstand eine Kompression der Spongiosa im Tibiakondylus 1 ½ cm unter der medialen Gelenkfläche, die auf diese Weise ca. 3 mm niedriger zu stehen kam als die laterale. Die Gelenkfläche war im ganzen gesenkt, aber sonst ungeschädigt und nicht schalenförmig deformiert, wie es oben bei den Brüchen nach Hyperabduktion beschrieben ist.

Ausser diesen Tibiabrüchen entstanden 3mal (XX, XXIX, XXX) kondyläre Femurfrakturen und dreimal geringere Schäden am medialen Femurkondylus (V, XIX, XXII).

Auch die Ligamentzerreissungen zeigen einen anderen Typus, besonders bezüglich der Ligamenta cruc. Das hintere Lig. cruc., das nach Hyperabduktion in mehr als der halben Zahl der Fälle geschädigt war, blieb in allen Fällen von Varusbrüchen vollkommen intakt. Das vordere Lig. cruc. war dagegen 26mal abgerissen. Nur in den Fällen mit Femurkondylusfraktur und in einem Falle mit Querfraktur durch das Collum tibiae war das vordere Lig. cruc. unversehrt. Man kann also sagen, dass das Lig. cruc. ant. regelmässig geschädigt wird, sofern nicht eine grosse Fraktur entsteht.

Das laterale Lig. coll. war beinahe immer, auch wenn eine Fraktur entstand, abgerissen, und zwar in der Regel von der Fibulaansatzstelle, oft zusammen mit einem Knochenfrag-

ment vom Apex fibulae. Nur dreimal war es vom Femur abgetrennt (1mal mit Knochenfragment), und einmal war es in der Mitte rupturiert.

Der Tractus iliotibialis war 19mal geschädigt, ungeschädigt war er in den Fällen, wo eine grosse Fraktur entstanden war, oder wo der Bruchwinkel kleiner war als 45°. Ungefähr bei diesem Bruchwinkel reisst also der Traktus. Oft reisst er ein Knochenfragment von seiner Tuberosität mit sich (15mal).

Beim Brechen wurde beobachtet, dass erst das lat. Kollaterallig. und das vordere Lig. cruc. (ungefähr gleichzeitig) reissen; darauf lässt sich der Unterschenkel ca. 45° adduzieren. Es ist dann eine starke Spannung im Traktus bemerkbar, der bei weiterem Brechen oft mit einem hörbaren Knall zerreisst, worauf der Unterschenkel noch weiter, bis ca. 70°, adduziert werden kann; hier aber macht sich ein zäher Widerstand durch die Weichteile und das hintere Lig. cruc. geltend. Weiter wurde niemals gebrochen. In 3 Fällen wurde beobachtet, dass der Musc. popliteus beim Übergang zwischen Muskelbauch und Sehne zerrissen und ein Teil der Muskelsubstanz in das Gelenk disloziert war.

Warum tritt nun beim Varusbruch am medialen Tibiakondylus nicht eine Fraktur auf, ähnlich wie am lateralen Tibiakondylus beim Valgusbruch? Die Festigkeit der Ligamente ist beim Varusbruch wenigstens ebenso gross wie beim Valgusbruch, ja, sogar grösser, denn zur Hyperadduktion war stets eine grössere Kraft erforderlich als zur Hyperabduktion beim selben Individuum, folglich ist der axiale Druck, welcher zwischen den medialen Kondylen beim Varusbruch entsteht, wenigstens ebenso gross wie zwischen den lateralen beim Valgusbruch. Es muss auf einer stärkeren Konstruktion der medialen Gelenkfläche beruhen, dass diese trotzdem nicht bricht. Die mediale Gelenkfläche ist grösser als die laterale, was natürlich insofern einen Vorteil bedeutet, als der Druck auf eine grössere Fläche verteilt wird. Ferner sind die medialen Femur- und Tibiakondylen kongruenter, wodurch die Kontaktfläche grösser wird und der Druck sich gleichmässiger verteilt. Infolge der kleineren und unregelmässigeren Kontaktfläche der lateralen Kondylen kann der Druck vielleicht hier an einem Orte die Festigkeit der Knochengelenkfläche

überschreiten, und hat die Konstruktion an einem Punkte nachgegeben, zersplittert leicht der ganze Kondylus.

Eine Schwäche der Spongiosastruktur oder der Knorpeldicke auf der lateralen Seite scheint nicht vorzuliegen, da die laterale Hälfte des Kniegelenks, wie im vorigen Kapitel gezeigt wurde, in diesen Beziehungen sogar stärker ausgerüstet ist als die mediale. Eher sind wohl die normalerweise dichtere Knochenstruktur und der dickere Gelenkknorpel auf der lateralen Seite als ein Versuch zu betrachten, diese formelle Schwäche zu kompensieren, die schon unter normalen Verhältnissen eine wenigstens an gewissen Punkten grössere Belastung der lateralen Kondylen per Flächeneinheit mit sich bringt.

Die Ursache dafür, dass das hintere Ligamentum cruc. öfter bei Hyperabduktion reisst, das vordere dagegen öfter bei Hyperadduktion, ist wahrscheinlich in der verschiedenen Richtung der Ligamente in der Frontalebene zu suchen. Beim Brechen des Unterschenkels lateral- oder medialwärts tritt auch ein Bestreben zu seitlicher Verschiebung der Tibia nach der einen oder anderen Richtung auf. Bei einer seitlichen Verschiebung lateralwärts (Valgusbruch) wird das hintere Lig. cruc. gespannt, bei einer seitlichen Verschiebung medialwärts (Varusbruch) das vordere, und es erscheint also natürlich, dass das hintere Lig. cruc. bei Hyperabduktion, das vordere bei Hyperadduktion stärker in Anspruch genommen wird.

*Schäden nach Hyperextension.* (Versuche 1—20.) Das normale Knie des Erwachsenen leistet der Hyperextension sehr starken Widerstand, bedeutend grösseren als der Hyperab- und -adduktion. In meinen 20 Hyperextensionsversuchen trat zweimal eine suprakondyläre Femurfraktur auf und einmal eine Querfraktur durch das Collum tibiae; in allen drei Versuchen blieb das Gelenk ungeschädigt. In den anderen Fällen entstanden grössere oder kleinere Knochen- und Ligamentschäden im Gelenk.

Um die Entstehungsart der Tibiaschäden bei Hyperextension verstehen zu können, muss man wissen, wie sich die Stellung von Femur und Tibia zueinander während der Extension verändert. Zu Ende der normalen Extension geht bekanntlich eine zwangsmässige Rotationsbewegung vor sich,

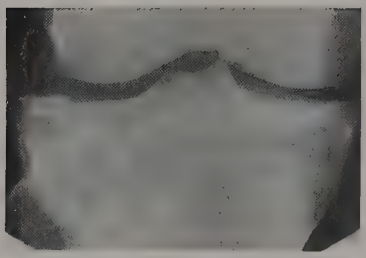


Abb. 11. Hyperabduktionsversuch X. Durch Hyperabduktion entstandene Kompressionsfraktur am lateralen Tibiakondylus mit schalenförmiger Eindrückung der Gelenkfläche um 1 cm. Die Randpartie des Kondylus bildet einen Wall um die Grube in der Gelenkfläche.

Abb. 12. Hyperabduktionsversuch XI. Durch Hyperabduktion entstandene Kompressionsfraktur am lateralen Tibiakondylus mit Herabpressung der Gelenkfläche um 4—5 mm. Von dem medialen Femurepikondylus hat das Lig. coll. med. ein Knochenstück abgerissen.

Abb. 13. Hyperextensionsversuch 5. In der Fossa intercond. ant. tibiae eine halbwalnussgrosse Grube, von welcher eine 4 cm lange, vertikale Fissur ausgeht. Fraktur am lateralen Tuberkulum.

Abb. 14. Hyperextensionsversuch 18. Durch Hyperextension entstandene vertikale Spaltfraktur, die den lateralen Tibiakondylus abtrennt.

die sog. »Schlussrotation», die darin besteht, dass sich die Tibia im Verhältnis zum Femur nach aussen rotiert. Diese Bewegung beruht nach ALBRECHT und HULTKRANTZ auf der Anspannung des vorderen Lig. cruc. beim letzten Teil der Extensionsbewegung, wobei das Ligament strebt, die vordere Partie des medialen Tibiakondylus dem lateralen Femurkondylus zu nähern, d. h. den Unterschenkel nach aussen zu rotieren. Diese zwangsmässige Rotation nach aussen geschieht bei verschiedenen Individuen in verschiedenem Ausmass, bei Hyperextension wird sie aber, wie ich fand, regelmässig viel ausgesprochener. Durch diese aus Auswärtsrotation und Hyperextension zusammengesetzte Bewegung kommt der laterale Femurkondylus in eine solche Lage, dass er in die Fossa intercond. ant. tibiae eindringt und hier durch Kompression der Spongiosa eine mehr oder weniger tiefe Grube hervorruft. Diese Grube ist im Gebiet zwischen dem vorderen Lig. cruc. und dem Vorderhorn des lateralen Meniskus am tiefsten, und, wenn die Grube gross ist, können sowohl Ligament wie Meniskus in sie hinuntergepresst sein.

Es ist die vor der »Grenzrinne» gelegene Partie des lateralen Femurkondylus, die in die Fossa ant. eindringt (der Femurkondylus kippt gleichsam über das Vorderhorn des lateralen Meniskus). Diese Partie ist bei den meisten Individuen stark entwickelt, mit einem nach vorn-lateral hinausragenden Kamm, der dadurch entsteht, dass die Gelenkfläche und die Aussenseite des Kondylus sich in einem scharfen Winkel treffen (siehe Abb. 6 und 8). Ein solcher scharfer Kamm fehlt am medialen Kondylus, dessen Facies patellaris bedeutend kleiner ist und mit einer weichen rundlichen Biegung in die mediale Seite des Kondylus übergeht.

Dieser scharfe Kamm des lateralen Femurkondylus presst sich wie ein Keil in die Fossa ant. ein und kann die Tibiakondylen auseinandersprengen. In erster Linie entsteht im vorderen Teil der Tibia, von der Grube in der Fossa ant. ausgehend, eine vertikale Fissur (eine solche entstand in 3 Versuchen: 5, 6, 15; siehe Abb. 13). Geht die Sprengwirkung weiter, so kann der ganze laterale Tibiakondylus durch eine vertikale Bruchspalte abgesprengt werden, die durch die Fossa ant. und Eminentia intercondyloidea geht (Versuch 18, Abb. 14).

Bei Versuch 18 entstand auf diese Weise eine Spaltfraktur von einem Aussehen, das in hohem Grade an einige Spaltbrüche des klinischen Materials erinnert. Wäre das Gelenk in diesem Versuch durch eine lebendige Kraft, Muskelspannung oder dgl., gleichzeitig in axialer Richtung belastet gewesen, so würde es zu einer Zersplitterung des Gebietes um das laterale Tuberkulum und zu einem Eindringen des lateralen Femurkondylus in die Spalte zwischen den Tibiakondylen gekommen sein. Dadurch würde diese experimentell hervorgerufene Fraktur genau dasselbe Aussehen bekommen haben wie eine ganze Reihe der gewöhnlichsten Spaltbrüche des klinischen Materials, die in der Gruppe A 1 beschrieben sind.

Der Unterschied zwischen diesen durch Hyperextension hervorgerufenen Spaltbrüchen und den im früheren beschriebenen, durch Hyperabduktion hervorgerufenen Kompressionsbrüchen am lateralen Kondylus mit schalenförmiger Herabpressung der Gelenkfläche ist augenfällig. Schon bei der Durchsicht des klinischen Materials wurde ich darauf aufmerksam, dass es zwei verschiedene Typen von Brüchen an dem lateralen Tibiakondylus gab, Kompressionsbrüche (B) und Spaltbrüche (A). Die Ursache dafür, dass die Gewalt mitunter zu einem Kompressionsbruch, mitunter zu einem Spaltbruch führt, versuchte ich lange auf verschiedenen Wegen zu ergründen, bis die experimentellen Untersuchungen die Frage in einer unerwarteten Weise lösten. Ein Trauma kann indes beim Lebenden auf vielerlei Weise einwirken, nicht nur durch Hyperabduktion und Hyperextension. Durch eine gleichzeitige Belastung des lateralen oder des medialen Kondylus oder beider Kondylen in axialer Richtung oder durch eine Rotationsbewegung etc. kann sich das Aussehen der Frakturen auf verschiedene Weise ändern, weshalb es klar ist, dass es in einem grossen klinischen Material viele Varianten von Kompressions- und Spaltbrüchen geben muss, und dass manche von ihnen bedeutend von den durch typische Gewalteinwirkungen experimentell erzeugten Frakturen abweichen.

Von der Grube, die durch Druck des lateralen Femurkondylus in der Fossa ant. entsteht, ist auf dem Röntgenbilde wenig zu erkennen. Auf einem Enfacebilde sieht man, wie sich der Boden der Grube als eine verdichtete Spongiosapartie

mit verwischter Knochenbalkenzeichnung unter der Eminentia intercond. und der medialen Hälfte der lateralen Gelenkfläche abzeichnet. Die obere Begrenzung dieser verdichteten Spongiosapartie ist bogenförmig, entsprechend dem Boden der Grube. Auf dem Profilbilde sind die Veränderungen noch schwerer zu entdecken, weil sie von den normalen Seitenpartien verdeckt werden. Wenn man indes durch das Enfacebild auf das Vorhandensein einer solchen Depression in der Fossa ant. aufmerksam wurde, so kann man auf dem Profilbilde im Knochen vor der Eminentia oft eine bogenförmige Linie sehen, die den Boden der Grube markiert, und unter dieser Linie die komprimierte Spongiosa. Am leichtesten ist ein solcher Schaden durch den Vergleich mit einem Bilde des anderen Knies zu entdecken.

Durch Hyperextension werden mitunter kleine Fragmente vom vorderen Rande des lateralen wie des medialen Tibiakondylus abgesprengt. Solche Fragmente treten in der Regel auf dem Profilbilde deutlich hervor.

Auch für die Hyperextensionsschäden gilt der oben aufgestellte Satz, dass die Grösse der Fraktur und die des Ligamentschadens im umgekehrten Verhältnis zueinander stehen, und dass die Schäden je nach der Natur des Falles *entweder* an den knöchernen *oder* an den ligamentösen Gebilden zu entstehen pflegen. In allen Fällen von grossen Brüchen (1, 16, 17, 18) war der Bandapparat vollständig ungeschädigt, während in allen anderen Versuchen die Ligamentschäden mehr oder weniger bedeutend waren.

Am häufigsten kommt ein Abreissen des vorderen Lig. cruc. von der Femur- oder Tibiaansatzstelle vor (14 Fälle). In 11 Fällen war das hintere Lig. cruc. gerissen und dabei immer auch das vordere. In drei Versuchen blieb das hintere Ligament unversehrt, trotzdem das vordere vollständig durchgerissen war, was zeigt, dass das vordere bei Hyperextension etwas stärker in Anspruch genommen wird.

Von den Kollateralligamenten wird das mediale bei Hyperextension leichter geschädigt (13 Fälle). Das laterale war nur in 4 Versuchen gerissen. Das mediale zeigt in der Regel einen partiellen Riss an der Femuransatzstelle, das laterale hatte in allen vier Versuchen den Apex fibulae losgerissen.

**Zusammenstellung der Ligamentschäden bei sämtlichen Versuchen.**

Um einen Begriff davon zu bekommen, wie oft ein Zerreissen der Ligamente röntgenologisch dadurch diagnostiziert werden kann, dass ein Knochenfragment an der Ligamentansatzstelle losgerissen worden war, verglich ich die Zahl der bei Inspektion beobachteten Ligamentrisse mit der Zahl der auf den Röntgenbildern sichtbaren Knochenfragmente *in sämtlichen Versuchen* und kam dabei zu folgendem Resultat:

Bei Ruptur des Lig. cruc. post. kamen Knochenfragmente in 5 % vor (nur einmal; an der Tibiaansatzstelle).

» » » Lig. cruc. ant. kamen Knochenfragmente in 30 % vor (nur an der Tibiaansatzstelle).[1]

» » » Lig. coll. med. kamen Knochenfragmente in 40 % vor (nur an der Femuransatzstelle).

» » » Lig. coll. lat. kamen Knochenfragmente in 60 % vor (am häufigsten am Apex fibulae).

» » » Tractus iliotib. kamen Knochenfragmente in 80 % vor.

Nur in zwei Fällen war ein abgetrenntes Knochenfragment nicht auf dem Röntgenbilde sichtbar (die Tibiaansatzstelle des vorderen Lig. cruc., Versuch 15, sowie die Femuransatzstelle des Lig. cruc. ant., Versuch XVII links).

Dass bei Riss des hinteren Lig. cruc. so selten Knochenfragmente zu sehen sind, beruht darauf, dass es fast regelmässig vom Femur abreisst. Auch das vordere Lig. cruc. reisst nicht selten vom Femur ab, und es ergibt sich dann gleichfalls kein röntgenologisch sichtbares Knochenfragment. Bei der Inspektion kann man indes beobachten, dass auch bei diesen Zerreissungen oft kleine Knochenkrümchen mitgehen, obgleich so äusserst kleine, dass die zerrissene Ligamentfläche sich nur rauh anfühlt wie Sandpapier. Wenn man diese dünne Scheibe von Knochenkrümchen auf dem Röntgenbilde überhaupt soll beobachten können, muss man sich der auf Seite 10—11 beschriebenen Projektionsrichtung bei gebeugtem Knie bedienen.

[1] Diese Zusammenstellung der experimentellen Versuche deutet also darauf, dass bei Krankenuntersuchungen das Röntgenbild nur $^1/_3$ von den Zerreissungen des Lig. cruc. ant. entschleiert.

Wird das vordere Lig. cruc. von der Tibia abgerissen, so geht gewöhnlich ein Knochenstück mit, das mitunter recht gross ist und den grösseren Teil der Eminentia intercondyloidea umfassen kann; andere Male besteht es nur aus einem korngrossen Fragment aus der Fossa ant. Im ersteren Falle werden mitunter gleichzeitig die Tuberkula mitabgerissen, am häufigsten das mediale Tuberkulum. Von mehreren Seiten wird angegeben, dass sich das vordere Lig. cruc. am medialen Tuberkulum ansetze, was jedoch falsch ist; eine Absprengung dieses Tuberkulums lässt keineswegs mit Sicherheit auf eine Ruptur des vorderen Kreuzbandes schliessen. Die beiden Schäden können sowohl unabhängig voneinander wie kombiniert vorkommen. Aus der Grösse des Fragments kann man nicht auf die Grösse des Ligamentschadens schliessen, denn auch bei sehr kleinen Knochenfragmenten kann das ganze Ligament abgerissen sein. Es ist also von Bedeutung, bei Röntgenuntersuchung von Knieschäden auch auf die kleinen Knochenfragmente zu achten.

Nur 1mal war das hintere Lig. cruc. von der Tibia abgerissen, hatte dann ein walnussgrosses Fragment vom hinteren Teil des lateralen Kondylus und der Fossa intercondyloidea post. mitgerissen.

Das mediale Kollateralligament wird meistens an oder nahe an der Femuransatzstelle abgerissen. Im ersteren Falle nimmt es ein grösseres oder kleineres Fragment von der Unterseite des Epikondylus mit. Dieses Fragment wird distal dislociert und kann teils darum, teils weil es eine deutliche Spongiosazeichnung aufweist, nicht mit dem sog. »Stiedaschen Schatten» verwechselt werden, von dem auf Seite 104—106 näher die Rede ist. Bei Hyperabduktion war das Ligament mitunter im Niveau des Meniskus abgerissen, dessen Mittelpartie gänzlich von Ligament und Kapsel abgelöst sein konnte (siehe Näheres Seite 29).

Das laterale Kollateralligament war in sämtlichen Versuchen in der Regel vom Apex fibulae oder gleich oberhalb von ihm abgerissen, mitunter hatte das Ligament eine grössere oder kleinere Partie des Fibulakopfes mitabgerissen. Nur einmal hatte es ein erbsengrosses Fragment von der Femuransatzstelle mitgenommen.

Der Tractus iliotibialis reisst gewöhnlich ein Stück seiner Tuberositas mit sich, mitunter sogar ein daumenendgrosses Stück, das auch einen Teil der lateralen Tibiagelenkfläche umfasst. Einige von diesen Fragmenten waren grösser als alle anderen durch Ligamente losgerissenen Knochenstücke und näherten sich in Grösse und Aussehen den Randabsprengungen, die mitunter in der Gegend der Tuberositas tract. iliotib. durch kombinierte Hyperextension und -abduktion auftreten.

### Schlüsse.

1. Die Grössen der Knochen- und der Ligamentschäden stehen in der Regel in einem umgekehrten Verhältnis zueinander.
2. Durch Hyperabduktion können Kompressionsfrakturen am lateralen Tibiakondylus mit schalenförmiger Eindrückung der lateralen Gelenkfläche entstehen.
3. Durch Hyperextension können Spaltbrüche mit Absprengung des lateralen Tibiakondylus entstehen.
4. Durch Hyperadduktion wird in der Regel keine Fraktur an der Gelenkfläche der Tibia hervorgerufen.
5. Bei Hyperabduktion reisst das hintere Lig. cruc. etwas öfter als das vordere, bei Hyperadduktion reisst das vordere Lig. cruc. viel öfter als das hintere. Bei Hyperextension ist die Beanspruchung des vorderen Kreuzbandes etwas grösser.
6. Bei Hyperabduktion wird das mediale Kollateralligament geschädigt, bei Hyperadduktion das laterale. Bei Hyperextension reisst das mediale Kollateralligament oft von seiner Femuransatzstelle ab, das laterale wird bedeutend seltener geschädigt, und wenn dies geschieht, reisst es gewöhnlich den Apex fibulae los.

### Hyperab- und Hyperadduktionsversuche.

Versuch I.

Das r. Knie wurde 45° abduziert. Dabei zerreisst das Lig. cruc. ant. sowohl in der Mitte wie an den Ansatzstellen; keine durchgehende Ruptur, sondern bald hier, bald dort eine Auffaserung des Bandes. Das mediale Drittel des hinteren Ligaments

vom Femur abgerissen. Das Lig. coll. med. mit einem grossen Fragment vom Femur abgerissen. Keine Fraktur, kein Meniskusschaden sichtbar.

Das l. Knie 45° adduziert. Vollständige Zerreissung des vorderen Lig. cruc. nahe dem Femur. Das hintere Lig. cruc. unversehrt. Der Traktus hat ein daumenendgrosses Fragment von der Tibiaansatzstelle mitgerissen, das u. a. etwa zwei qcm von der Gelenkfläche umfasst. Das Lig. coll. lat. ist vom Apex fibulae losgerissen. Kein Schaden an den Gelenkflächen oder Menisken.

### Versuch II.

(Leicht zu brechen.) Das r. Knie 30° abduziert. Kleiner Riss des vorderen Lig. cruc. nahe dem Femur. Die mediale Hälfte des hinteren Kreuzbandes ist beim Femur zerrissen. Das Lig. coll. med. vollständig, ohne Fragment, vom Femur abgerissen. Keine Fraktur. Kein Meniskusschaden.

Das l. Knie 30° abduziert. Das vordere Lig. cruc. bleibt ganz. Die medialen Züge des hinteren Lig. cruc. zerrissen, aber nur in unbedeutender Ausdehnung. Das mediale Kollaterallig. vollständig vom Femur abgerissen, aber ohne Fragment. Keine Fraktur. Kein Meniskusschaden.

### Versuch III.

(Grosse Kraft erforderlich.) Beim Bruch hörte man plötzlich ein Knacken, worauf das Bein 25° adduziert werden konnte. Danach wieder ein Widerstand, der durch den Traktus verursacht war (keine Forcierung). Die Inspektion zeigte, dass die hintere-untere Portion des vorderen Lig. cruc. ihre Knochenansatzstelle an der Tibia losgerissen hatte, die vordere-obere Portion und ihre Insertion sind ungeschädigt geblieben. Das hintere Lig. cruc. unversehrt. Das Lig. coll. lat. hatte den Apex fibulae losgerissen. Keine Fraktur. Kein Meniskusschaden.

Das linke Knie 25° adduziert. Im l. Knie: Ligg. cruc. wie im rechten Knie. Das laterale Lig. coll. gleich oberhalb vom Apex fibulae zerrissen. Keine Fraktur, kein Meniskusschaden.

### Versuch IV.

Das rechte Knie gab mit Krachen nach, und man konnte dann den Unterschenkel ohne Schwierigkeit bis 50° abduzieren. In dieser Stellung wurde eine breite, auf grosse Ligament- und Kapselrisse deutende Lücke zwischen den medialen Kondylen palpiert. Die Inspektion zeigte einen kleinen Riss im vorderen Lig. cruc. nahe der Femuransatzstelle und eine vollständige Zer-

reissung des hinteren Lig. cruc. an der Femuransatzstelle. Das mediale Lig. coll. und die Kapsel sind gleich über dem Meniskus vollständig zerrissen, wodurch bei Abduktion des Unterschenkels von der Innenseite des Gelenks ein grosser (ca. 4 cm lange) Sprung beobachtet werden konnte. Wie das R.-Bild zeigt, fand sich am lateralen Rande des lateralen Femurkondylus eine kleine Facette, sonst aber kein Schaden an Knochen oder Meniskus.

Das l. Knie gab mit einem knackenden Geräusch nach, worauf der Unterschenkel bis 30° adduziert werden konnte; dann fühlte man einen federnden, starken Widerstand (Traktus), der nicht forciert wurde. Das vordere Lig. cruc. war unvollständig in der Mitte rupturiert, das hintere war unversehrt; das Lig. coll. lat. hatte den Apex fibulae losgerissen.

### Versuch V.

Das rechte Knie 45° abduziert, wobei eine laterale Patellarluxation entstand. Die Kreuzbänder ungeschädigt. Das mediale Lig. coll. riss ein nussgrosses Fragment von seinem Femuransatz ab. Von der Rückseite der Patella war ein 1-Öre-grosses Knorpelstück abgeschält, sonst aber keine Schäden an Gelenkflächen oder Menisken.

Zur Adduktion des l. Knies 45° war grössere Kraft erforderlich als zur Abduktion am r. Bein. Das ganze vordere Lig. cruc. war nebst einem fast nussgrossen Knochenfragment von der Tibia abgerissen. Das hintere Lig. cruc. unversehrt. Das laterale Lig. coll. nebst einem erbsengrossen Fragment vom Femur abgerissen. Von der Tibiaansatzstelle des Traktus ein gut walnussgrosses, u. a. einen Teil der Gelenkfläche umfassendes Fragment abgerissen. Ein kleines Fragment vom medialen Rande des medialen Femurkondylus abgeschlagen.

### Versuch VI.

Das r. Knie wurde 50° abduziert. Die Tibiaansatzstelle des vorderen Lig. cruc. nebst einem erbsengrossen Fragment abgerissen. Das hintere Lig. cruc. fast zur Gänze, das mediale Lig. coll. vollständig vom Femur abgerissen. Gelenkflächen und Menisken ungeschädigt.

Das linke Knie wurde 30° adduziert, danach leistete der Traktus einen federnden Widerstand, der nicht forciert wurde. Das vordere Lig. cruc. vollständig vom Femur abgerissen, das hintere Lig. intakt. Das laterale Lig. coll. unmittelbar oberhalb vom Apex fibulae abgerissen. Gelenkflächen und Menisken ungeschädigt.

Versuch VII.

(Nur geringer Kraftaufwand erforderlich.) Schon bei leichter Anstrengung hörte man ein Krachen im rechten Knie, und der Unterschenkel konnte dann ohne Schwierigkeit 60° abduziert werden. In der Tibia entstand eine Querfraktur 3 cm unterhalb der Gelenkfläche; der laterale Tibiakondylus zertrümmert, seine Gelenkfläche schalenförmig ca. 1 cm hinuntergepresst und ein daumenendgrosses Fragment in der Gegend der Tuberositas tract. iliotib. abgesprengt. Querfraktur durch das Collum fibulae. Der laterale Meniskus ist nach vorne zu von der Kapsel abgelöst und spannt sich von der Kapselansatzstelle an der Lateralseite bis zur Eminentia intercond. als freier Strang quer über die Grube in der Gelenkfläche. Alle Ligamente ungeschädigt.

Das linke Knie 45° adduziert. Im Collum tibiae ist eine Querfraktur entstanden: an der medialen Seite hat sich die Diaphyse in den Kondylus gepresst, auf der lateralen Seite ist eine offene Bruchspalte entstanden. Von der Querfraktur eine kleine Fissur aufwärts zwischen die Tuberkeln. Bei Eröffnen des Gelenks sah man nichts von der Fraktur; die Gelenkflächen und alle Ligamente ohne Veränderungen. Nach Abtrennung der Tibiaansatzstelle des vorderen Lig. cruc. wird ein Sprung zwischen den Tuberkula sichtbar, der nicht bis zur freien Gelenkspalte vordringt.

Versuch VIII.

Das r. Knie 45° abduziert. Die Lig. cruc. unversehrt. Durch das mediale Lig. coll. ist ein 2-Öre-grosses Fragment vom Femur losgerissen. Keine Fraktur. Kein Meniskusschaden.

Das l. Knie 45° adduziert. Das vordere Lig. cruc. einerseits an der Femur-, anderseits an der Tibiaansatzstelle losgerissen; kein Fragment. Das hintere Lig. cruc. intakt. Das laterale Lig. coll. hat den Apex fibulae, der Tractus iliotib. ein kleines Fragment von seinem Tibiaansatz abgerissen. Keine Fraktur, kein Meniskusschaden.

Versuch IX.

Das r. Knie wurde 45° nach vorne-lateral gebrochen. Es entstand eine Spaltfraktur, die eine taubeneigrosse Partie in der Gegend der Tuberositas tract. iliotib. absprengte. Die Kreuzbänder unversehrt. Das Lig. coll. med. und die Kapsel mitten zwischen Meniskus und Femuransatzstelle durchgerissen.

Das l. Knie 45° adduziert. Das vordere Lig. cruc. an der Femuransatzstelle vollständig abgerissen, kein Knochenfragment. Das hintere Lig. cruc. unversehrt. Das Lig. coll. lat. unmittelbar oberhalb der Fibula, der Traktus gleich oberhalb seiner Tuberosität abgerissen. Kein Knochen- oder Meniskusschaden.

Versuch X.

Das Knie 45° abduziert. Kompressionsfraktur am lateralen Tibiakondylus mit Herabpressung der Gelenkfläche um 1 cm (s. Abb. 11). Sämtliche Ligamente und Menisken ungeschädigt.

Das l. Knie 45° adduziert. Vollständiges Zerreissen des vorderen Lig. cruc. mitten zwischen Tibia- und Femuransatzstelle. Das hintere Lig. cruc. ist ganz geblieben. Das laterale Kollaterallig. gleich oberhalb vom Apex fibulae zerrissen. Der Traktus hat an seiner Tibiaansatzstelle ein walnussgrosses Fragment abgerissen.

Versuch XI.

Das r. Knie 45° abduziert. Kompressionsfraktur am lateralen Tibiakondylus mit Herabpressung der Gelenkfläche um 4—5 mm (s. Abb. 12). Der Gelenkknorpel ist vollständig unversehrt, wodurch der Bruch bei der Sektion übersehen und erst auf dem Röntgenbilde entdeckt wurde. Die Kreuzbänder ungeschädigt. Das mediale Lig. coll. hatte eine 2-Öre-grosse Knochenscheibe von seiner Femuransatzstelle mitgerissen. Kein Schaden an den Menisken.

Das l. Knie 45° adduziert. Die hintere-untere Portion des vorderen Lig. cruc. ist mit seiner Knochenansatzstelle auf der Tibia losgerissen. Die oberflächlichen Züge im vorderen und das ganze hintere Kreuzband unversehrt. Das Lig. coll. lat. oberhalb vom Apex fibulae zerrissen. Keine Fraktur. Kein Meniskusschaden. Der Traktus von seiner Ansatzstelle mit einem ganz kleinen Fragment losgerissen.

Versuch XII.

Das r. Knie 30° abduziert. Die Ligg. cruc. ungeschädigt. Das mediale Lig. coll. an der Femuransatzstelle zusammen mit kleinen Knochenkrümchen abgerissen, die eine sandpapierähnliche Rissfläche bilden (auf dem Röntgenbilde nicht sichtbar). Keine Fraktur. Kein Meniskusschaden.

Das l. Knie 30° adduziert; danach leistete der Traktus einen so starken Widerstand, dass er nicht forciert werden konnte. Das vordere Lig. cruc. fast vollständig in der Mitte abgerissen, das hintere ungeschädigt. Das laterale Lig. coll. oberhalb der Fibula gerissen. Der Traktus unversehrt.

Versuch XIII.

Das r. Knie 50° abduziert. Das hintere Lig. cruc. vollständig mit einem reiskorngrossen Fragment (das auf dem Röntgenbilde nicht sichtbar war) vom Femur abgerissen. Lig. cruc. ant. ungeschädigt. Das mediale Kollaterallig. nahe der Femuransatzstelle vollständig abgerissen. In der Knorpelgelenkfläche

des lateralen Tibiakondylus unmittelbar neben dem lateralen Tuberkulum eine kleine sagittalverlaufende Fissur (kaum sichtbarer Knochenschaden auf dem Röntgenbilde). Kein Meniskusschaden.

Das linke Knie 45° adduziert. Die hintere-untere Portion des vorderen Lig. cruc. in der Mitte zerrissen. Lig. cruc. post. unversehrt. Das laterale Lig. coll. oberhalb der Fibula zerrissen. Der Traktus hat ein 1-Öre-grosses Knochenfragment von seiner Tibiaansatzstelle abgerissen. Kein Meniskusschaden.

Versuch XIV.

Das r. Knie 45° abduziert. Die Sektion zeigt eine Herabpressung der lateralen Gelenkfläche um ca. 4 mm, auf dem Röntgenbilde ist eine Kompressionsfraktur am lateralen Tibiakondylus zu sehen. Beide Kreuzbänder ungeschädigt. Das mediale Lig. coll. hat ein erbsengrosses Knochenfragment von der Femuransatzstelle losgerissen. Kein Meniskusschaden.

Das l. Knie 60° adduziert. Nachdem zu Beginn der Adduktion ein Krachen im Knie hörbar geworden war, konnte das Bein 25° adduziert werden, danach leistete der Traktus Widerstand. Bei weiterem Brechen riss der Traktus ein Knochenfragment von seiner Tibiaansatzstelle los, und der Unterschenkel konnte dann 60° adduziert werden, Muskeln und Weichteile leisteten dabei einen langsam federnden Widerstand. Das vordere Lig. cruc. mit einem kleinen Knochenfragment von der Tibia nach oben gerissen und teilweise vom Femur losgelöst. Lig. cruc. post. ungeschädigt. Das Lig. coll. lat. hat den Apex fibulae, der Traktus ein 1-Öre-grosses Fragment von seiner Knochenansatzstelle abgerissen.

Versuch XV.

Das r. Knie 60° abduziert. Kleine Ruptur in der hinteren-unteren Portion des vorderen Lig. cruc. In der Hauptsache ist dieses Ligament jedoch erhalten. Vollständige Ablösung des hinteren Kreuzbandes von seiner Femuransatzstelle; die Rissfläche durch kleine Knochenfragmente sandpapierähnlich, aber kein grösseres Knochenstück abgerissen. Grosser Riss im medialen Lig. coll. und in der Medialseite der Kapsel, sowohl über wie unter dem Meniskus, der auf diese Weise in seiner mittleren Partie ganz losgelöst ist. Keine Fraktur.

Das l. Knie 60° adduziert. Das vordere Lig. cruc. vollständig vom Femur abgerissen (kein Fragment), das hintere vollständig unversehrt. Das Lig. coll. lat. unmittelbar oberhalb vom Apex fibulae abgerissen. Der Traktus von seiner Tibiaansatzstelle losgerissen; kein grösseres Fragment, nur eine »sandige« Rissfläche. Die hintere Partie des lateralen Meniskus ist medial

luxiert und liegt bei Eröffnung des Gelenks medial vom lateralen Femurkondylus. Keine Fraktur.

Versuch XVI.

Das r. Knie 45° abduziert. Schalenförmige Herabpressung der vorderen Hälfte der lateralen Tibiagelenkfläche um 12 mm, Kompression der Spongiosa im Kondylus und Absprengung einer kleinen Randpartie an der Tuberositas tract. iliotib. Kein Schaden an den Ligg. cruc. oder Menisken. Das mediale Lig. coll. hat ein grosses Knochenfragment vom medialen Femurkondylus abgerissen, dieses Fragment umfasst sogar eine Partie der knorpelbekleideten unteren Gelenkfläche. Fraktur durch das Capitulum fibulae.

Das l. Knie 45° adduziert. Bei Inspektion des Gelenks zeigt sich, dass das vordere Lig. cruc. seine ganze Tibiaansatzstelle losgerissen hat (grosses Knochenfragment, das auch die beiden Tuberkula umfasst). Das hintere Lig. cruc. ungeschädigt. Der Traktus hat ein kleineres Knochenfragment von seiner Tuberosität, das laterale Lig. coll. den Apex fibulae abgerissen. Kein Schaden an den Menisken. Bei Inspektion ist kein Schaden an der medialen Gelenkfläche zu sehen (abgesehen von einer Abreissung des ganzen medialen Tuberkulums zusammen mit der Ansatzstelle des vorderen Lig. cruc.), auf dem Röntgenbilde aber erkennt man eine Kompression der Spongiosa im medialen Tibiakondylus $1^1/_2$ cm unter der Gelenkfläche.

Versuch XVII.

Das r. Knie 90° abduziert, wobei der Unterschenkel lateralwärts subluxiert wurde, so dass die mediale Gelenkfläche der Tibia den lateralen Femurkondylus berührte. Grosse Ligamentrisse, die ganze vordere und die mediale Hälfte des hinteren Lig. cruc. vom Femur abgerissen. Vollständiges Abreissen des medialen Lig. coll. und der Kapsel vom Femur. Kein Meniskusschaden (die Menisken enthalten punktförmige Verkalkungen). Keine Fraktur.

Das l. Knie 90° adduziert. Vollständiges Abreissen des vorderen Lig. cruc. mit einem reiskorngrossen Knochenfragment vom Femur. Das hintere Lig. ungeschädigt. An der Ansatzstelle des Traktus ist ein walnussgrosses Knochenfragment abgerissen, das auch eine kleine Partie vom Rande der Gelenkfläche umfasst. Längs der Ansatzstelle der Kapsel am lateralen Tibiarande sind einige kleine Fragmente losgerissen; der Meniskus haftet am Femur. Das laterale Lig. coll. hat ein erbsengrosses Fragment vom Apex fibulae losgerissen. Der Musc. popliteus ist in der Muskelsubstanz abgerissen und teilweise ins Gelenk disloziert.

Versuch XVIII.

Das r. Knie 45° abduziert. Das vordere Lig. cruc. ungeschädigt, das hintere Lig. cruc. vom Femur abgerissen. Das mediale Lig. coll. und die Kapsel gleich oberhalb vom Meniskus gerissen. Bei der Sektion ist keine Fraktur zu finden, aber eine Auflockerung des Knorpels in warzenähnliche Papillen lateral vom lateralen Tuberkulum, und auf dem Röntgenbilde sieht man hier eine kleine Kompressionsfraktur mit Hinabpressung der Knochengelenkfläche um etwa 2 mm. Kein Meniskusschaden.

Das l. Knie 60° adduziert. Das vordere Lig. cruc. vollständig vom Femur losgerissen, kein Fragment, nur eine sandige Rissfläche. Das hintere Lig. cruc. ungeschädigt. Der Traktus hat von seiner Tibiaansatzstelle ein dünnes Knochenscheibchen abgerissen. Das laterale Lig. coll. hat ein kleines Fragment vom Apex fibulae mitgerissen. Die Menisken unversehrt. Der M. popliteus in seiner Muskelpartie nahe der Sehne geschädigt.

Versuch XIX.

Das r. Knie 45° abduziert. Beim Brechen wurde beobachtet, dass zuerst das mediale Lig. coll. zerriss, dann knackte es im Gelenk, was, wie sich bei der Inspektion zeigte, auf einem vollständigen Abreissen der Femuransatzstelle des hinteren Lig. cruc. beruhte. Das vordere Lig. cruc. blieb intakt. Das mediale Lig. coll. und die Kapsel zwischen der Femuransatzstelle und dem Meniskus zerrissen. Keine Fraktur. Kein Meniskusschaden.

Beim Brechen des linken Knies hörte man erst ein Krachen im Gelenk (vorderes Lig. cruc.), dann bot der Traktus einen federnden Widerstand. Bei weiterem Brechen riss der Traktus mit einem lauten Geräusch; danach liess sich der Unterschenkel ohne Widerstand bis 60° adduzieren. Sodann ein neuer Widerstand (hinteres Lig. cruc.?), der nicht forciert wurde. Bei Eröffnung des Gelenks sieht man das vordere Lig. cruc. nahe der Femuransatzstelle vollständig zerrissen, das hintere ungeschädigt. Das laterale Lig. coll. vom Femur abgerissen, jedoch kein Fragment. Der Traktus nahe der Tibiaansatzstelle zerrissen. Der Muskelbauch des M. popliteus zerfetzt, die Sehne ganz geblieben. Ein Teil der Muskelsubstanz ist im Gelenk disloziert. An der Unterseite des medialen Femurkondylus eine sagittalgestellte, cm-lange Spalte im Knorpel.

Versuch XX.

Sowohl bei Ab- wie bei Adduktion entstand eine suprakondyläre Femurfraktur, aber kein Schaden am Kniegelenk. Die Fraktur läuft längs der Epiphysengrenze an der Seite, die beim Brechen die Konvexseite bildete. An der Konkavseite sprengt

die Bruchlinie, vertikal verlaufend, eine Partie der Femurdiaphyse ab (siehe Abb. 15, S. 57). An der Konvexseite ist deutlich eine Auseinanderziehung der Epiphysengrenze vorsichgegangen, an der Konkavseite eine Zusammendrückung und Absprengung des Kondylus. Das Experiment illustriert eine von den Ursachen dafür, dass Tibiakondylusbrüche bei Individuen in den Wachstumjahren selten vorkommen.

Versuch XXI.

Das r. Knie 60° abduziert, was leichter ging als gewöhnlich. Es entstand eine grosse Kompressionsfraktur am lateralen Tibiakondylus mit schalenförmiger Herabpressung der Gelenkfläche um 10 mm. Ein daumenendgrosses Randfragment in der Gegend der Tuberositas tract. iliotib. abgesprengt. Kreuzbänder und Menisken ungeschädigt. Das mediale Lig. coll. hat ein 1-Öre-grosses Knochenfragment von seiner Femuransatzstelle abgerissen.

Das l. Knie 60° adduziert, was leichter ging als gewöhnlich. Es entstand eine Querfraktur im Collum tibiae mit Kompression der Spongiosa an der Medialseite und einer kleinen offenen Bruchspalte an der Lateralseite. Kein Schaden an der medialen Gelenkfläche. Das vordere Lig. cruc. ist unter Ablösung eines 1-Öre-grossen Knochenfragments vollständig von der Tibia abgerissen (die Tuberkula intakt). Das hintere Lig. cruc. erhalten. Kleiner Riss an der Tibiaansatzstelle des Traktus mit kleinen Knochenfragmenten. Das laterale Lig. coll. hat den Apex fibulae abgerissen. Kein Meniskusschaden.

Versuch XXII.

Das r. Knie 75° abduziert. Vollständige Abreissung der Femuransatzstelle des vorderen Lig. cruc. Auch das hintere ist bis auf einige Fasern, die ihren Ansatz am weitesten lateralwärts hatten, vom Femur abgerissen. Das mediale Lig. coll. und die Kapsel im Niveau der Gelenkspalte auf beiden Seiten vom Meniskus gerissen, sodass dieser in einem Ausmasse von ca. 2 cm in seiner mittleren Partie vollständig abgelöst ist. Keine Fraktur.

Das l. Knie 75° adduziert. Vollständige Abreissung der Femuransatzstelle des vorderen Lig. cruc., das hintere ist intakt. An der Ansatzstelle des Traktus ein walnussgrosses Knochenfragment abgerissen, das u. a. eine 2-Öre-grosse Partie der Gelenkfläche umfasst. Das laterale Lig. coll. hat ein erbsengrosses Fragment vom Apex fibulae losgerissen. Auf der Unterseite des medialen Femurkondylus befinden sich $^1/_2$ cm lateral von der Knorpelgrenze zwei sagittalgestellte, cm-lange Spalten im Knorpel. Die Kondyluspartie medial von diesen Spalten facettenartig zusammengedrückt.

Versuch XXIII.

Das r. Knie 45° abduziert. Vollständige Zerreissung des hinteren Lig. cruc. nahe der Femuransatzstelle. Das vordere Lig. cruc. erhalten. Grosser Riss in der Kapsel und am medialen Lig. coll., hauptsächlich *unter* dem Meniskus. Proximal vom Meniskus ein ca. $^1/_2$ cm langer Riss in der Kapsel, wodurch der Meniskus auf dieser Strecke ganz abgelöst ist. Die hintere Ansatzstelle des Meniskus abgerissen und nach vorne luxiert.

Das linke Knie nur 20° adduziert. Das vordere Lig. cruc. vollständig vom Femur abgerissen, kein Fragment. Das hintere Lig. cruc., der Traktus und das laterale Lig. coll. ungeschädigt. Keine Fraktur. Kein Meniskusschaden.

Versuch XXIV.

Das r. Knie 45° abduziert. Es entstand eine Kompressionsfraktur am lateralen Tibiakondylus und eine Herabpressung der Gelenkfläche um ca. 3 mm. Ausserdem eine Querfraktur durch das Collum tibiae 3 cm unterhalb vom Gelenk. Die Ligg. cruc. ungeschädigt. Das mediale Lig. coll. und die Kapsel *unter* dem Meniskus gerissen, der am Femur haftet. Das mediale Lig. coll. hat auch eine kleine Knochenscheibe von seiner Femuransatzstelle losgerissen.

Das l. Knie 45° adduziert. Das vordere Lig. cruc. unter Mitnahme eines grossen Knochenfragments vollständig von seiner Tibiaansatzstelle abgerissen. Das hintere Lig. cruc. erhalten. Der Traktus und die laterale Kapselansatzstelle haben mehrere kleine Fragmente vom Tibiarande, das laterale Lig. coll. die proximale Hälfte des Capitulum fibulae losgerissen. Kein Meniskusschaden.

Versuch XXV.

Das r. Knie 45° abduziert. Die vordere Hälfte der lateralen Tibiagelenkfläche 2 mm herabgepresst. Die Grenze dieses Gebietes nach hinten gegen den unveränderten Teil der Gelenkfläche wird durch eine Spalte im Knorpel und eine faserförmige Auflockerung des Knorpels zu warzenförmigen Papillen markiert. Das Röntgenbild zeigt auf einem kleinen, der Herabpressung der Gelenkfläche entsprechenden Gebiet eine Kompression der Spongiosa und eine kleine Fissur im Knochen. Das vordere Lig. cruc. ungeschädigt, das hintere vollständig von der Femuransatzstelle abgerissen. Das mediale Lig. coll. gänzlich vom Femur abgetrennt.

Das l. Knie 45° adduziert. Das vordere Lig. cruc. vollständig von der Femuransatzstelle abgerissen, das hintere un-

*Schäden nach Hyperabduktion.*

| Nr. | Bruchwinkel | Geschlecht | Alter | Todesursache | Tibiakondylusfraktur | Lig. cruc. *ant.* | Lig. cruc. *post.* | Lig. coll. *mediale* | Meniskusschäden | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I | 45° | ♂ | 62 | Karzinom | 0 | t-f | f | +F | | |
| II a | 30° | ♂ | 63 | Pneumonie | 0 | f | f | F | | |
| II b | 30° | ♂ | 63 | » | 0 | 0 | f | F | | |
| IV | 50° | ♂ | 35 | Meningitis | 0 | f | F | M | | Kleine Facette am lat. Femurkondylus. |
| V | 45° | ♂ | 45 | Pneumonie | 0 | 0 | 0 | +F | | Patellarluxation. |
| VI | 50° | ♂ | 45 | Tbc | 0 | +T | F | F | | |
| VII | 60° | ♀ | 45 | Tbc | K | 0 | 0 | 0 | ja | Querbruch im Collum tibiae + Fibulafraktur. |
| VIII | 45° | ♂ | 50 | Sarkom | 0 | 0 | 0 | +F | | |
| IX | 45° | ♂ | 52 | Karzinom | Bruch | 0 | 0 | m-f | | Absprengung der Tuberos. tract. iliotib. |
| X | 45° | ♂ | 75 | Peritonitis | K | 0 | 0 | 0 | | |
| XI | 45° | ♂ | 38 | Hirntumor | K | 0 | 0 | +F | | |
| XII | 30° | ♂ | 66 | Erysipel | 0 | 0 | 0 | F | | |
| XIII | 50° | ♀ | 68 | Enzephalitis | k | 0 | +F | F | | Das Fragment im hinteren Lig. cruc. auf dem Rtg.-Bilde nicht sichtbar. |
| XIV | 45° | ♀ | 30 | Karzinom | K | 0 | 0 | +f | | |
| XV | 60° | ♂ | 60 | Erysipel | 0 | f | F | M | ja | Die mittlere Partie des Meniskus ganz losgelöst. |
| XVI | 45° | ♀ | 27 | Tbc | K | 0 | 0 | +F | | Fraktur am Capitul. fib. |
| XVII | 90° | ♀ | 68 | Ileus | 0 | F | f | +F | | Subluxation der Tibia lateralwärts. |
| XVIII | 45° | ♀ | 69 | Myokarditis | k | 0 | F | M | | |
| XIX | 45° | ♀ | 44 | Peritonitis | 0 | 0 | F | M-F | | |
| XX | — | ♂ | 18 | Endokarditis | 0 | 0 | 0 | 0 | | Suprakondyläre Femurfraktur. |
| XXI | 60° | ♀ | 65 | Karzinom | K | 0 | 0 | +f | | |
| XXII | 75° | ♀ | 56 | Pneumonie | 0 | F | F | M | ja | Die mittlere Partie des Meniskus ganz losgelöst. |
| XXIII | 45° | ♀ | 17 | Tbc | 0 | 0 | F | M | ja | Meniskusluxation. |
| XXIV | 45° | ♀ | 41 | Tbc | K | 0 | 0 | +fm | | Querbruch im Collum tib. |
| XXV | 45° | ♀ | 52 | Herzfehler | k | 0 | F | F | | |
| XXVI | 60° | ♂ | 41 | Peritonitis | 0 | T-F | F | +F | | |

| Nr. | Bruchwinkel | Geschlecht | Alter | Todesursache | Tibiakondylusfraktur | Lig. cruc. *ant.* | Lig. cruc. *post.* | Lig. coll. *mediale* | Meniskusschäden | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| XXVII | 30° | ♂ | 49 | Sepsis | k | 0 | 0 | M | ja | Die mittlere Partie des Meniskus ist ganz losgelöst. |
| XXVIII | 30° | ♂ | 28 | Commotio cerebri | 0 | f | f | M | | |
| XXIX | 60° | ♀ | 51 | Morb. Basedowi | K | 0 | 0 | +F | | |
| XXX | 60° | ♀ | 55 | Herzfehler | 0 | F | F | +F | | |

k = Kleine Kompressionsfraktur.
K = Grosse »
t = Kleiner Ligamentriss an der Tibiaansatzstelle.
T = Grosser » » » »
f = Kleiner » » » Femuransatzstelle.
F = Grosser » » » »
m = Kleiner » am Meniskus.
M = Grosser » »
+ = Beim Abreissen des Ligaments mitabgetrenntes Knochenfragment.

versehrt. Das laterale Lig. collat. vom Femur abgetrennt. Der Traktus hat ein walnussgrosses Fragment von der Tibia losgerissen, das u. a. eine 2-Öre-grosse Stelle von der Gelenkfläche umfasste. Keine Fraktur, kein Meniskusschaden.

### Versuch XXVI.

Das r. Knie wurde erst 10° hyperextendiert, dann 60° abduziert. Die beiden Ligg. cruc. sind abgerissen, das vordere in der Mitte, das hintere an der Femuransatzstelle. Das mediale Lig. collat. hat ein grosses Knochenfragment von seiner Femuransatzstelle weggerissen. Kein Meniskusschaden. In der Fossa intercondyl. ant. eine kleine, durch die Hyperextension entstandene Grube, die auch auf dem Röntgenbilde zu sehen ist.

Das l. Knie 45° adduziert. Die laterale-untere Portion des vorderen Lig. cruc. in der Mitte gerissen, die vordere-mediale Portion ungeschädigt. Das hintere Lig. cruc. intakt. Das laterale Lig. coll. unmittelbar oberhalb vom Apex fibulae abgerissen. Die hintere Hälfte des Traktus an der Tibiaansatzstelle gerissen, die vordere Hälfte ungeschädigt. Keine Fraktur, kein Meniskusschaden.

### Versuch XXVII.

Das r. Knie 30° abduziert. Es entstand eine kleine Kompressionsfraktur am lateralen Tibiakondylus, wobei die Gelenk-

*Schäden nach Hyperadduktion.*

| Nr. | Bruchwinkel | Geschlecht | Alter | Todesursache | Tibiakondylusfraktur | Lig. cruc. *ant.* | Lig. cruc. *post.* | Lig. coll. *lat.* | Tract. iliotibialis | Meniskusschäden | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I | 45° | ♂ | 62 | Karzinom | 0 | F | 0 | +fib | +T | | |
| III a | 25° | ♂ | 51 | Tbc | 0 | +t | 0 | +fib | 0 | | |
| III b | 25° | ♂ | 51 | Tbc | 0 | +t | 0 | fib | 0 | | |
| IV | 30° | ♂ | 35 | Meningitis | 0 | t-f | 0 | +fib | 0 | | |
| V | 45° | ♂ | 45 | Pneumonie | 0 | +T | 0 | +fem | +T | | Kleines Knochenstück, vom medialen Femurkondylus abgeschlagen. |
| VI | 30° | ♂ | 45 | Tbc | 0 | F | 0 | fib | 0 | | |
| VII | 45° | ♀ | 45 | Tbc | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | Querfraktur im Collum tibiae. |
| VIII | 45° | ♂ | 50 | Sarkom | 0 | t-f | 0 | +fib | +T | | |
| IX | 45° | ♂ | 52 | Karzinom | 0 | F | 0 | fib | T | | |
| X | 45° | ♂ | 75 | Peritonitis | 0 | T-F | 0 | fib | +T | | |
| XI | 45° | ♂ | 38 | Hirntumor | 0 | +t | 0 | fib | + T | | |
| XII | 30° | ♂ | 66 | Erysipel | 0 | T-F | 0 | fib | 0 | | |
| XIII | 45° | ♀ | 68 | Enzephalitis | 0 | t-f | 0 | fib | +T | | |
| XIV | 60° | ♀ | 30 | Karzinom | 0 | +tf | 0 | +fib | +T | | |
| XV | 60° | ♂ | 60 | Erysipel | 0 | F | 0 | fib | +T | ja | Meniskusluxation. |
| XVI | 45° | ♀ | 27 | Tbc | ja | +T | 0 | +fib | +T | | |
| XVII | 90° | ♀ | 68 | Ileus | 0 | +F | 0 | +fib | +T | | M. popliteus abgerissen Knochenfragment im Lig. cruc. ant. auf dem Rtg.-Bilde nicht sichtbar. |
| XVIII | 60° | ♀ | 69 | Myokarditis | 0 | F | 0 | +fib | +T | | M. popliteus abgerissen. |
| XIX | 60° | ♀ | 44 | Peritonitis | 0 | F | 0 | fem | T | | M. popliteus abgerissen. Sprung im Knorpel des medialen Femurkondylus. |
| XX | — | ♂ | 18 | Endokarditis | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | Suprakondyläre Femurfraktur. |
| XXI | 60° | ♀ | 65 | Karzinom | 0 | +T | 0 | +fib | +T | | Querbruch im Collum tibiae. |
| XXII | 75° | ♀ | 56 | Pneumonie | 0 | F | 0 | +fib | +T | | Sprünge im Knorpel des medialen Femurkondylus. |
| XXIII | 20° | ♀ | 17 | Tbc | 0 | F | 0 | 0 | 0 | | |
| XXIV | 45° | ♀ | 41 | Tbc | 0 | +T | 0 | +fib | +T | | |
| XXV | 45° | ♀ | 52 | Herzfehler | 0 | F | 0 | fem | +T | | |

| Nr. | Bruchwinkel | Geschlecht | Alter | Todesursache | Tibiakondylusfraktur | Lig. cruc. *ant.* | Lig. cruc. *post.* | Lig. coll. *lat.* | Tract. iliotibialis | Meniskusschäden | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| XXVI | 45° | ♂ | 41 | Peritonitis | 0 | t-f | 0 | fib | t | | |
| XXVII | 30° | ♂ | 49 | Sepsis | 0 | F | 0 | m | T | | |
| XXVIII | 30° | ♂ | 28 | Commotio cerebri | 0 | F | 0 | fib | 0 | | |
| XXIX | 60° | ♀ | 51 | Morb. Basedowi | 0 | 0 | 0 | +fib | 0 | | Interkondyläre Femurfraktur. |
| XXX | 60° | ♀ | 55 | Herzfehler | 0 | 0 | 0 | +fib | 0 | | Splitterfraktur an den Femurkondylen. |

t = Kleiner Riss an der Tibiaansatzstelle.
T = Grosser » » » »
f = Kleiner » » » Femuransatzstelle.
F = Grosser » » » »
fib = Riss an der Fibula oder in ihrer Nähe.
fem = » am Femur » » seiner »
\+ = Beim Abreissen des Ligaments mitabgetrenntes Knochenfragment.

fläche auf einem kleinen Gebiet vor und lateral vom lateralen Tuberkulum 2 mm herabgepresst wurde (Präp.). Die Ligg. cruc. ungeschädigt. Das mediale Lig. coll. am Meniskus gerissen, ebenso die Kapsel, wodurch der Meniskus auf eine Strecke von 1 1/2 cm ganz losgelöst ist.

Das linke Knie 30° adduziert, was grosse Kraft erforderte. Das vordere Lig. cruc. bis auf einige wenige Züge in der hinteren-unteren Portion vom Femur abgerissen. Das hintere Lig. cruc. ungeschädigt. Das laterale Lig. coll. in der Mitte, der Traktus nahe der Tibiaansatzstelle gerissen. Keine Fraktur. Kein Meniskusschaden.

### Versuch XXVIII.

Das r. Knie 30° abduziert. Kleiner Riss in der hinteren-unteren Portion des vorderen Lig. cruc. am Femur. Das mediale Drittel des hinteren Lig. cruc. vom Femur abgetrennt. Grosser Riss des medialen Lig. coll. und der Kapsel unmittelbar oberhalb vom Meniskus, der ungeschädigt an der Tibia haftet. Keine Fraktur, kein Meniskusschaden.

Das l. Knie 30° adduziert. Das vordere Lig. cruc. in der Nähe des Femurs vollständig abgetrennt, das hintere ungeschädigt. Das laterale Lig. coll. gleich oberhalb vom Apex fibulae

gerissen. Der Traktus ungeschädigt (leistete starken Widerstand, der nicht forciert wurde).

Versuch XXIX.

Das r. Knie 60° abduziert, was leicht vorsichging. Am lateralen Tibiakondylus entstand eine Kompressionsfraktur mit Herabpressung der vorderen Hälfte der Gelenkfläche um 11 mm. Vom vorderen-lateralen Rande ist ein daumenendgrosses Fragment abgesprengt. Beide Kreuzbänder ungeschädigt. Das mediale Lig. coll. hat ein 1-Öre-grosses Knochenfragment von seiner Femuransatzstelle losgerissen.

Das l. Knie 60° adduziert. Es entstand eine interkondyläre Femurfraktur mit Abtrennung des medialen Femurkondylus. Das laterale Lig. coll. hatte ein Fragment vom Apex fibulae losgerissen, sonst lag aber kein Schaden am Kniegelenk vor.

Versuch XXX.

Das r. Knie 60° abduziert. Vollständige Abreissung der beiden Kreuzbänder vom Femur, kein Fragment, aber »sandige» Rissflächen. Das mediale Lig. coll. hat ein erbsengrosses Knochenfragment von seiner Femuransatzstelle losgerissen. Keine Fraktur. Kein Meniskusschaden.

Das l. Knie 60° adduziert. Es entstand eine Splitterfraktur am Femur unter Abtrennung der beiden Kondylen. Die Kreuzbänder haften an je einem Splitterfragment. Das laterale Lig. coll. hat ein Fragment vom Apex fibulae losgerissen. Der Traktus ungeschädigt. Kein Schaden an Tibia oder Menisken.

**Hyperextensionsversuche.**

Versuche 1—2.

R = L = Hyperextension ca. 30°.

Im r. Knie entstand 4 cm unterhalb vom Gelenk eine Querfraktur durch die Tibia. Keine Schäden an den Ligamenten oder der Kapsel des Gelenks. In der Fossa intercondyl. ant. tibiae war durch Druck des lateralen Femurkondylus lateral von der Ansatzstelle des vorderen Lig. cruc. eine Grube von der Grösse einer Fingerspitze entstanden.

Im l. Knie keine Querfraktur, die Grube in der Fossa ant. aber grösser und tiefer. Es wurde deutlich beobachtet, dass diese Grube bei Hyperextension dadurch entstand, dass der Unterschenkel nach aussen rotierte, der laterale Femurkondylus über das Vorderhorn des lateralen Meniskus kippte, und sich mit der recht stark prominierenden Partie vor der lateralen »Grenzrinne»

in die Fossa ant. einpresste. Knochenfragmente wurden nicht abgesprengt, das Röntgenbild zeigt aber, dass die Spongiosa unter der Fossa ant. komprimiert ist. Diese zwangsmässige Auswärtsrotation zu Beginn der Hyperextension ist dasselbe Phänomen wie die sog. Schlussrotation, obgleich weiter verstärkt. Sie entsteht auf dieselbe Weise, nämlich durch die starke Spannung im vorderen Lig. cruc. Durch diese Rotation kommt der laterale Femurkondylus in eine solche Lage, dass er die Spongiosa in der Fossa ant. komprimieren kann, die bei normal gestreckter Stellung des Beines medial vom lateralen Femurkondylus liegt. Kein Schaden an Ligamenten oder Menisken.

Versuche 3—4.

R = L = Hyperextension 30°.

Im r. Knie ist das hintere Lig. cruc. vollständig von Femur losgerissen. In der Mitte des vorderen Lig. cruc. einige kleinere Risse. Eine kleinere Partie des medialen Lig. coll. mit einem erbsengrossen Knochenfragment vom Femur losgerissen. Das laterale Lig. coll. ungeschädigt. In der Fossa ant. eine fingerspitzengrosse Grube, die auf dieselbe Weise wie im Versuch 1 entstanden ist.

Im l. Knie ist das vordere Lig. cruc. mit einem 1-Öre-grossen Knochenfragment, das u. a. das mediale Tuberkulum umfasst, von der Tibia abgerissen. Das hintere Lig. cruc. hat ein walnussgrosses Knochenfragment von seiner Ansatzstelle an der Tibia abgerissen. Eine kleinere Partie des medialen Lig. coll. vom Femur abgerissen, das laterale Lig. coll. ungeschädigt. Auf dem Röntgen-Profilbilde sieht man, dass die Tibia etwa 2 cm nach vorn subluxiert ist, und dass die Knochenfragmente an den Tibiaansatzstellen beider Ligg. cruc. nach obenhinten disloziert sind.

Versuche 5—6.

R = L = Hyperextension 30°.

Im r. Knie ist die hintere-untere Portion des vorderen Lig. cruc. sowie die mediale Portion des hinteren Lig. cruc. vom Femur losgerissen. Das mediale Lig. coll. hat ein kleines Knochenfragment von der Femuransatzstelle abgetrennt. Das laterale Lig. coll. ungeschädigt. In der Fossa ant. eine halbwalnussgrosse Grube, und ein kleines Randfragment (die Ansatzstelle des Vorderhorns des medialen Meniskus) abgesprengt. Auf dem Röntgenbilde sieht man eine Kompression der Spongiosa unter der Fossa ant., eine Fraktur am lateralen Tuberkulum und eine 4 cm lange vertikale Fissur in der Tibia (Abb. 13).

Im l. Knie dieselben Schäden wie im rechten.

Versuche 7—8.

R = L = Hyperextension 45°.

Im r. Knie hat die hintere-untere Portion des vorderen Lig. cruc. ein korngrosses Knochenfragment von seiner Tibiaansatzstelle losgerissen. Einige Züge der medialen Portion des hinteren Lig. cruc. vom Femur abgetrennt. Kleiner Riss an der Femuransatzstelle des medialen Lig. coll. Das laterale Lig. coll. ungeschädigt, auf dem Röntgenbilde sieht man aber eine kleine Fissur im Apex fibulae, die wahrscheinlich durch Reissen des Ligamentes entstanden ist. Von der Mittelpartie des vorderen Tibiarandes sind einige kleine Knochenfragmente abgeschlagen, es liegt aber keine Kompression der Spongiosa unter der Fossa ant. vor. Kein Meniskusschaden.

Im l. Knie dieselben Ligamentschäden wie im r. In der Fossa ant. eine kleine Kompressionsgrube.

Versuche 9—10.

R = L = Hyperextension 30°.

Im r. Knie ist das vordere Lig. cruc. nahe der Femuransatzstelle vollständig abgerissen. Kein sichtbarer Schaden an den anderen Ligamenten. Keine Fraktur, kein Meniskusschaden. Chronische Arthritis mässigen Grades im Gelenk.

Im l. Knie dieselben Veränderungen wie im rechten.

Versuche 11—12.

R = L = Hyperextension 30°.

Im r. Knie vollständige Ruptur des vorderen Lig. cruc. nahe am Femur. Ruptur der medialen Portion des hinteren Lig. cruc. (ca. 1/3 des Lig.) nahe dem Femur. Kleiner Riss im medialen Lig. coll. nahe dem Femur (kein Fragment). Das laterale Lig. coll. schlecht entwickelt, vielleicht nahe der Fibula gerissen. Keine Fraktur. Kein Meniskusschaden.

Im l. Knie dieselben Veränderungen wie im rechten, das laterale Lig. coll. jedoch gut entwickelt und ungeschädigt.

Versuche 13—14.

R = Hyperextension 15°, L = Hyperextension 20°.

Im r. Knie hat die vordere-mediale Portion des vorderen Lig. cruc. ein erbsengrosses Knochenfragment von der Tibiaansatzstelle losgerissen. Das mediale Viertel des hinteren Lig. cruc. ist vom Femur abgerissen. Das mediale Lig. coll. hat ein kleineres Knochenfragment von seiner Femuransatzstelle abgetrennt.

Das laterale Lig. coll. ungeschädigt. Kein Knochen- oder Meniskusschaden.

Im l. Knie dieselben Veränderungen, ausserdem der Apex fibulae mit dem lateralen Lig. coll. abgerissen.

Versuche 15—16.

R = L = Hyperextension 30°.

R. Knie: Vom Vorderrande des medialen Kondylus sind einige kleinere Fragmente abgesprengt. Im vorderen Teil der Fossa ant. eine Kompressionsgrube, von der eine vertikale, 4 cm lange Fissur ausgeht. In ihrem hinteren Teil ein grosses Knochenfragment mit dem vorderen Lig. cruc. abgerissen. Das hintere Lig. cruc. ungeschädigt, ebenso das laterale Lig. coll. Ein kleines Fragment an der Ansatzstelle des medialen Lig. coll. abgetrennt. Die Menisken ungeschädigt.

Auf der l. Seite entstand bei 30° Hyperextensión eine suprakondyläre Femurfraktur. Zum Brechen war geringerer Kraftaufwand erforderlich als beim r. Knie. Ein kleiner Riss an der Femuransatzstelle des Lig. coll. med., sonst aber keine Schäden am Kniegelenk.

Versuche 17—18.

R = L = Hyperextension 50°. (Geringe Gewalt erforderlich.)

Im r. Knie eine suprakondyläre Femurfraktur, aber kein Schaden am Kniegelenk.

Am l. Knie eine vertikale Spaltfraktur, die den lateralen Tibiakondylus abtrennt. Sie geht durch die Eminentia intercond. und erreicht die Aussenseite der Tibia 5 cm unterhalb vom Gelenk (siehe Abb. 14). In der Fossa ant. eine grosse Grube, der Tibiarand vor ihr in mehrere Fragmente zersplittert; an einem solchen losen Fragment sitzt die Insertionsstelle des Vorderhorns des medialen Meniskus. Die Menisken sonst unversehrt. Keine Ligamentschäden.

Versuche 19—20.

R = L = Hyperextension 50°.

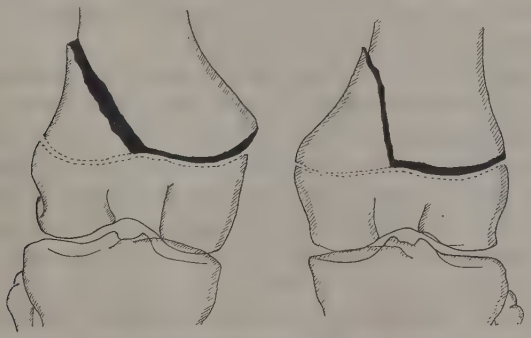
In r. Knie in der Fossa ant. eine durch Druck des lateralen Femurkondylus in der früher beschriebenen Weise entstandene halbwalnussgrosse Grube. Keine losen Fragmente. Auf dem Röntgenbilde sieht man die Kompression der Spongiosa unter der Fossa ant. Das vordere Lig. cruc. zeigt einen kleinen Riss in der unteren Portion nahe der Tibiaansatzstelle, kein Fragment. Das hintere Lig. cruc. ist bis auf einige wenige Züge der medialen Portion vom Femur abgerissen. Die hintere Hälfte des medialen Lig. coll. vom Femur abgetrennt, kein Fragment. Das laterale Lig. coll. hat ein Fragment vom Apex fibulae abgerissen.

*Schäden nach Hyperextension.*

| Nr. | Bruchwinkel | Geschlecht | Alter | Todesursache | Tibiakondylusfraktur | Lig. cruc. *ant.* | Lig. cruc. *post.* | Lig. coll. *med.* | Lig. coll. *lat.* | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 30° | ♀ | 61 | Karzinom | g | 0 | 0 | 0 | 0 | Querbruch im Collum tibiae. |
| 2 | 30° | ♀ | 61 | » | G | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 3 | 30° | ♀ | 60 | Chron. Herzfehler | g | t-f | F | +f | 0 | |
| 4 | 30° | ♀ | 60 | » » | g | +T | +T | +f | 0 | Subluxation der Tibia nach vorn. |
| 5 | 30° | ♀ | 68 | Lebertumor | G | f | f | +f | 0 | *Vertikale Fissur im lat. Tibiakondylus.* |
| 6 | 30° | ♀ | 68 | » | g | f | f | F | 0 | *Vertikale Fissur im lat. Tibiakondylus.* |
| 7 | 45° | ♀ | 70 | Diabetes | a | +f | f | f | +fib | |
| 8 | 45° | ♀ | 70 | » | g | +f | f | f | +fib | |
| 9 | 30° | ♀ | 52 | Ulcus ventr. | 0 | F | 0 | 0 | 0 | Chronische Arthritis. |
| 10 | 30° | ♀ | 52 | » » | 0 | F | 0 | 0 | 0 | » » |
| 11 | 30° | ♂ | 60 | Pneumonie | 0 | F | f | f | 0? | |
| 12 | 30° | ♂ | 60 | » | 0 | F | f | f | 0 | |
| 13 | 15° | ♂ | 74 | Karzinom | 0 | +t | f | +f | 0 | |
| 14 | 20° | ♂ | 74 | » | 0 | +t | f | f | +fib | |
| 15 | 30° | ♀ | 32 | Tbc pulm. | Ga | (+T) | 0 | +f | 0 | *Vertikale Fissur im lat. Tibiakondylus.* (+T) auf dem Rtg.-Bilde nicht sichtbar. |
| 16 | 30° | ♀ | 32 | » » | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | Suprakondyläre Femurfraktur. |
| 17 | 50° | ♂ | 30 | Tbc | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | Suprakondyläre Femurfraktur. |
| 18 | 50° | ♂ | 30 | » | Fraktur | 0 | 0 | 0 | 0 | *Spaltfraktur am lat. Kondylus.* |
| 19 | 50° | ♀ | 64 | Karzinom | G | t | F | f | +fib | |
| 20 | 50° | ♀ | 64 | » | 0 | fehlt | 0 | f | 0 | Lig. cruc. ant. fehlt! |

g = kleine Grube in der Fossa intercond. ant. tibia.
G = grosse » » » » » » »
a = vom vorderen Tibiarand abgesprengtes Randfragment.
t = kleiner Riss an der Tibiaansatzstelle.
T = grosser » » » »
f = kleiner » » » Femuransatzstelle.
F = grosser » » » »
+ = Beim Abreissen des Ligaments mitabgetrenntes Knochenfragment.

Das l. Knie liess sich ohne Widerstand ca. 30° überstrecken, danach Knacken im Gelenk. Im l. Knie *fehlt* das vordere Lig. cruc., nur ein schmales Faserbündel, halb so dick wie ein Streichholz, geht von der Partie zwischen den Tuberkula zur interkondylären Femurpartie hinauf (nicht zum lateralen Kondylus). Die Tuberkula liegen sehr nahe aneinander, die intertuberkulare Furche, in welcher sich der eben erwähnte schmale Strang sowie der laterale Meniskus ansetzt, ist sehr schmal, Auf dem Röntgenbilde tritt diese Partie in ungewöhnlicher Weise hervor. Die Tuberkula sind grösser als im rechten Knie, und beugen sich gegeneinander, wodurch ein kreisrunder Zwischenraum entsteht, der sich durch eine ganz schmale Spalte nach oben öffnet (siehe Abb. 10). Es ist klar, dass ein normales Lig. cruc. ant. nicht in einer solchen, fast geschlossenen Rinne eingeschlossen liegen kann, weil es beim Beugen aus ihr hinaufgehoben werden soll. Der Unterschied gegen das rechte Knie ist augenfällig. Im Gelenk fanden sich kleine Exostosenwälle um die Femurkondylen; Gelenkknorpel und Menisken ohne Veränderungen. Das hintere Lig. cruc. ungeschädigt, ebenso das laterale Lig. coll. Die hintere Hälfte des medialen Lig. coll. ist vom Femur abgerissen. Kein Knochenschaden sichtbar. Keine Bemerkungen über einen Knieschaden in der Anamnese der Krankengeschichte.



rechts links

Abb. 15. Fall XX.

## KAP. 3.

### Über die indirekten Brüche des Tibiakopfes.

**Geschichtlicher Überblick.** Einer der ersten, die die Tibiakondylusfrakturen studierten, war Heydenreich, der in einer Arbeit aus dem Jahre 1877 eine Übersicht und eine Einteilung der Frakturen in der oberen Tibiahälfte gab. Er teilt die Brüche ein in 1.) »fracture comminutive», 2.) »fracture souscondylienne», 3.) »fracture cunéiforme ou bicunéiforme». Sein Material bestand aus 14 Fällen von Brüchen am Tibiakopf, worunter sich 4 Fälle mit Fraktur an einem Kondylus befanden.

Im Jahre 1887 veröffentlichte Wagner über Kompressionsbrüche am Tibiakopf eine zu seiner Zeit grundlegende Arbeit, die — besonders in der deutschen Literatur — stets zitiert zu werden pflegt. Die »Wagnerschen Kompressionsfrakturen» gelten jetzt noch als eine besondere Form von Kniegelenksfraktur. Die Arbeit Wagners' wurde später von vielen Forschern der vorröntgenologischen Zeit wie Helferich, Exner (1888), Albers, Gurau (1895), Schütte (1898), Fassbender (1901) u. a. ergänzt. Die meisten Fälle, die von diesen Forschern untersucht wurden, betrafen schwere, durch Hinunterstürzen mit Aufzügen in Grubenschächte oder dergl. entstandene Kniegelenksschäden, die Amputation nötig machten oder zu tödlichem Ausgang führten. Dabei kam man zu folgender Auffassung über die Kompressionsbrüche: Sie sind gewöhnlich *doppelseitig*, die ganze Gelenkfläche der Tibia ist eingedrückt, die Spongiosa des Tibiakopfes *komprimiert*, Gelenkknorpel und Menisken in ihn hineingepresst; die Kondylen können auseinandergesprengt sein. Gewöhnlich ist der *mediale* Tibiakon-

dylus mehr geschädigt als der laterale, er kann sogar allein geschädigt sein. In der vorröntgenologischen Zeit glaubte man überhaupt, dass Brüche am lateralen Tibiakondylus allein extrem selten seien, die absolut seltensten von allen Frakturformen im Kniegelenk. Loew (1897) meinte, dass sich unter seinen 2600, in 7 Jahren gesammelten Frakturen keine Fraktur des lateralen Tibiakondylus allein gefunden habe, und nur in einem Falle Bruch an beiden Tibiakondylen.

Nach Einführung der Röntgendiagnostik änderte sich die Situation. Die Wagnerschen Kompressionsfrakturen wurden durch eine ständig wachsende Kasuistik über Spaltbrüche an einem Kondylus oder beiden Kondylen in den Schatten gestellt. Diese Spaltbrüche wurden anfänglich zu den Kompressionsfrakturen gezählt, später aber von einer Anzahl von Verfassern als eine besondere Frakturform betrachtet. Der erste, der sich in diesem Sinne äusserte, war Desguin, der im Jahre 1909 3 röntgenphotographierte Fälle publizierte. Er hebt als typisch hervor, dass die Bruchspalte vertikal verlaufe, und dass die Fraktur »ne s'observe que du côté externe». In Bezug auf die Entstehungsart bringt er die Annahme vor, dass der M. biceps durch eine starke Kontraktion den Fibulakopf und mit ihm ein Stück der Tibia abreisse. Er glaubte nämlich gefunden zu haben, dass auch die Fibula regelmässig frakturiert war, eine Ansicht, die indes unrichtig ist. Zusammenfassend sagt er: »Dès lors il faut bien admettre, me semble-t-il, qu'il existe un type de fracture méritant d'être décrit à part et répondant, sans doute, à une cause précise qu'on reconnaitra peut-être dans l'avenir être dans tous les cas la même».

Im selben Jahre veröffentlichte Meerwein 3 Fälle von Absprengung des äusseren Tibiakondylus, vollständig dieselbe Art von Fraktur wie die von Desguin beschriebene, obgleich Meerwein sie als für Genu valgum charakteristische Brüche betrachtete.

Gümbel (1910) teilt die Brüche am Tibiakopf ein in 1.) isolierte Brüche an einem Kondylus, 2.) Kompressionsbrüche, 3.) Epiphysenlösung. In der ersten Gruppe unterscheidet er zwischen 1 a) Abrissfraktur und 1 b) Abquetschungsbruch. Die Einteilung ist in der Praxis schwer verwendbar, weil der

Einteilungsgrund zum Teil anatomisch, zum Teil ätiologisch ist, und die Gruppe 1 a problematisch.

1915 publizierte RIEDL einen Aufsatz »Über Verrenkungsbruch des oberen Schienbeinendes mit Erhaltung des Wadenbeins — eine typische Verletzung», und glaubt damit der erste zu sein, der die Aufmerksamkeit auf diese charakteristischen Spaltfrakturen im lateralen Tibiakondylus richtete. DESGUINS und MEERWEINS Arbeiten scheinen ihm unbekannt zu sein.

Um diese Zeit war von verschiedenen Seiten (GODEE, WHARTON, JOPSON, KNAGGS, CHEVASSU, ANZOLETTI, SALOMON, DEMOULIN, MOREAU, CORVISY, LEMERCIER, STROPENI etc.) eine ganze Reihe von Einzelfällen publiziert worden, so dass TANTON im Jahre 1916 63 Fälle von unikondylären Frakturen sammeln konnte. Er betont, dass diese Frakturen häufiger beobachtet wurden, nachdem man sie mit Hilfe der Röntgenstrahlen von den Distorsionen unterscheiden gelernt hatte, und dass es entgegen der herkömmlichen Ansicht der laterale Tibiakondylus zu sein scheint, der öfter geschädigt ist.

Seither wurden weitere Fälle von Brüchen am Tibiakopf publiziert (MULLER, RUGH, THOMAS, POTHERAT, HADENGUE, DUJARIER, TROELL, LORY et TOURNESCO, CRILLOVICH, DEHELLY, LABEY, BÉRARD, MOUTIER, KLAPP etc.) und einige bedeutendere Zusammenstellungen veröffentlicht (von BARBILIAN, SEVER, MOREAU und BORGHI).

Ein gewisser Zweifel scheint darüber zu herrschen, ob auch die spaltförmigen Brüche als Kompressionsbrüche bezeichnet werden sollen. Dies wäre insofern berechtigt, als für ihre Entstehung eine Kraft erforderlich ist, die in der Längsrichtung des Beines wirkt. Ich halte es indes für zweckmässiger, den Namen Kompressionsbruch für solche Frakturen beizubehalten, die hauptsächlich darin bestehen, dass die Spongiosa zusammengedrückt, komprimiert ist, und die Brüche, die den Knochen spalten, Spaltbrüche zu nennen. Ich wähle also als Einteilungsgrund die anatomischen Veränderungen, und nicht die Art der Gewalt.

**Eigenes Material.** Mein Material besteht aus 91 Fällen, von welchen 76 Frakturen und 15 leichte Schäden sind. Die erstere Gruppe besteht aus 47 Spaltbrüchen und 29 Kompres-

sionsbrüchen.[1] Die letztere Gruppe umfasst kleinere Absprengungen, Fissuren, leichte Kompressionen etc., Schäden, die an sich bedeutungslos sind, die aber für die Diagnose gleichzeitiger Läsionen des Bandapparates von Bedeutung sein können. Dagegen habe ich isolierte Abreissungen von der Tuberositas tibiae oder der Ansatzstelle des vorderen Lig. cruc. nicht einbezogen, weil diese Schäden meiner Ansicht nach gewissermassen in einer Sonderklasse stehen. Sie waren übrigens schon Gegenstand mehrerer Publikationen (Tuberositas tibiae: KIENBÖCK, NEILD, LINKENHELD, MARTENS u. a.; Lig. cruc. ant.: BLAISDELL, BULL, CORNER, GOETJES, KURLANDER, PRINGLE u. a).

Das Material enthält sämtliche Tibiakondylusbrüche, die bis zum 1. VII. 1929 an der Röntgenabteilung des Akademischen Krankenhauses untersucht wurden. Die Ziffern sind indes keineswegs repräsentativ, weder betreffs der Frequenz von Kondylusbrüchen überhaupt, noch betreffs des Zahlenverhältnisses der verschiedenen Arten von Kondylusbrüchen untereinander. Die Anzahl der diagnostizierten Kondylusbrüche ist nämlich von Jahr zu Jahr gestiegen, was auf der ständig wachsenden Anwendung der Röntgenuntersuchung beruht. Früher wurde diese nur an einigen von den schweren, schon klinisch als Frakturen diagnostizierten Kniegelenksschäden vorgenommen, während man oft die leichteren Schäden für Distorsionen hielt und sie als solche behandelte, ohne sie einer Röntgenuntersuchung zu unterziehen. In den letzten Jahren wurden viele solche »Distorsionen» mit Hilfe der Röntgenstrahlen als Frakturen entlarvt, weshalb jetzt alle ins Krankenhaus aufgenommenen Kniegelenkschäden photographiert zu werden pflegen. Auch die Anzahl der Hilfe suchenden Patienten ist durch lokale Ursachen in den letzten Jahren wesentlich grösser geworden. Ähnliche Verhältnisse dürften an den meisten anderen grösseren Krankenhäusern herrschen, weshalb es derzeit noch unmöglich ist, eine zuverlässige Statistik über die Frequenz der Kondylusbrüche aufzustellen. Offenbar ist indes, dass sie viel häufiger vorkommen, als man früher meinte.

Auf die Jahre 1908—1929 verteilen sich die Frakturfälle folgendermassen:

[1] Doppelseitige »WAGNERsche Kompressionsbrüche» kommen nicht in meinem Material vor, sie sind übrigens noch nicht Gegenstand röntgenologischer Kontrolluntersuchung gewesen.

| 1908, | 1909, | 1910, | 1911, | 1912, | 1913, | 1914, | 1915, | 1916, |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |

| 1917, | 1918, | 1919, | 1920, | 1921, | 1922, | 1923, | 1924, | 1925, |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 7 | 3 | 6 | 2 | 2 | 1 | 3 | 6 |

| 1926, | 1927, | 1928, | $^1/_1$—$^{30}/_6$ | 1929. |
|---|---|---|---|---|
| 5 | 7 | 15 | 10 | |

**Einteilung und Aussehen der Brüche.** Als Einteilungsgrund für das Frakturmaterial nahm ich die anatomischen Veränderungen, wie sie auf dem Röntgenbilde hervortreten, wodurch sich zwei grosse Gruppen ergaben: A. Spaltfrakturen und B. Kompressionsfrakturen. Hierzu kommen in einer besonderen Gruppe C die oben erwähnten leichten Schäden.

A. *Spaltfrakturen.* Die häufigst vorkommenden Spaltbrüche bestehen aus Rissen und Sprüngen, die von der inneren Hälfte der lateralen Gelenkfläche ausgehen und in der Hauptsache in der Längsrichtung des Knochens verlaufen. Die Hauptbruchspalte steht fast immer ungefähr in der Sagittalebene. Sie kann die Lateralseite der Tibia erreichen und den lateralen Kondylus ganz oder teilweise abtrennen (Fälle 1—21), sie kann nach längerem oder kürzerem Verlauf blind endigen oder die Medialseite der Tibia erreichen und so den medialen Kondylus abtrennen (Fälle 22—26; also im ganzen 26 *unikondyläre* Spaltbrüche). Nicht selten findet sich eine einzige sagittal gestellte Spalte, die den Knochen scharf, wie bei einem Axthieb, entzweigesprengt hat, oft finden sich ausserdem kleinere Sprünge, die den lateralen Kondylus in mehrere Fragmente zersplittern (Abb. 16—23).

Endigt die vertikale Bruchspalte blind, so ist die Dislokation gering (Fall 14—16). Wenn der laterale Kondylus ganz abgetrennt ist, so wird das lose Fragment zusammen mit der bei dieser Bruchform meist ungeschädigten Fibula lateral disloziert; der laterale Femurkondylus kann in die so entstandene Spalte eindringen, wobei er die Spongiosa in der lateralen Partie der Eminentia zermalmt. Die Spalte in der Gelenkfläche kann auf diese Weise recht breit werden, bis zu 2—3 cm (Fall 4, Abb. 16).

Weicht die Bruchspalte, den medialen Kondylus abtrennend, medialwärts ab, so ist dieser kaudal disloziert, entweder nach hinten, innen oder vorn von der Tibiadiaphyse. Mit dem medialen Tibiakondylus folgen Eminentia intercond. und *Femur*, so dass es vielleicht richtiger ist, zu sagen, dass es der Unterschenkel ist, der disloziert wird.

Ob die Bruchspalte distal an der lateralen oder medialen Seite der Tibia mündet, proximal ist ihre Ausgangsstelle doch immer die laterale Gelenkfläche, und zwar deren innere Hälfte. Das laterale Tuberkulum ist nicht selten zersplittert und vom lateralen Femurkondylus hinabgedrückt; in diesem Gebiet ist also auch bei typischem Spaltbruch eine Kompression der Spongiosa vorhanden.

Mitunter finden sich zwei Bruchspalten; die eine läuft, von der lateralen Gelenkfläche ausgehend, vertikal und sprengt den lateralen Kondylus ab, die andere zweigt sich von der ersteren einen oder mehrere cm unterhalb der Gelenkfläche ab und erreicht die Medialseite der Tibia. Auf diese Weise entsteht eine *bikondyläre* Spaltfraktur (29—35). Oftmals bekommt man den Eindruck, dass zuerst die laterale Gelenkfläche zersplittert und erst, wenn die ganze Belastung auf die mediale gefallen war, dieser Kondylus an seiner schmalsten Partie beim Collum tibiae abgebrochen wurde (29, 31, 34, 35 u. a.). Die mediale Knochengelenkfläche ist auch bei diesen bikondylären Frakturen gewöhnlich ungeschädigt (Abb. 24—27).

In anderen Fällen entstehen bikondyläre Brüche dadurch, dass quer- oder schräggehende Frakturen durch den Tibiahals oder weiter unten durch die Diaphyse den ganzen Tibiakopf abtrennen, der seinerseits durch eine vertikale Fraktur in ein laterales und ein mediales Fragment gespalten wird (36—40). Auch in diesen Fällen ist die laterale Gelenkfläche zersplittert, die mediale gewöhnlich ganz geblieben.

Bei den bikondylären Brüchen ist mitunter eine Partie der inneren Hälfte des lateralen Kondylus zwischen die zersprengten Kondylen hinabgepresst. Dieses Knochenfragment kann bei der unblutigen Reposition der Kondylen sehr hinderlich sein (siehe Fall 34).

Eine grosse Zahl unregelmässiger Bruchspalten, die den ganzen Tibiakopf, besonders aber den lateralen Kondylus in viele

Fragmente zersprengen, kommt bei den schwersten Arten von Spaltbruch, den Splitterfrakturen, vor (41—47, Abb. 28). Die laterale Gelenkfläche oder beide sind in diesen Fällen stark zerfetzt.

Eine in gewisser Beziehung besondere Form von Spaltbruch kann man mitunter in der Gegend der Tuberositas tract. iliotib. finden (17—21). Die Bruchspalte liegt hier nicht in der Sagittalebene, sondern mehr schräg und sprengt ein daumenendgrosses oder etwas grösseres Fragment vom Tibiarande ab, das u. a. die Tuberositas tractus iliotib. umfasst. Experimentell gelang es mir, einen solchen Bruch durch Brechen des Unterschenkels nach vorne-lateral (kombinierte Hyperextension und -abduktion) zu erzeugen. Am deutlichsten hervortretend sind diese Brüche bei Röntgenaufnahme des Kniegelenks von vorn, in starker Auswärtsrotation des Beines (Abb. 21—22).

Beim Spaltbruch ist immer die laterale Gelenkfläche geschädigt, die mediale in der Regel nicht. Nur in 6 Fällen waren auf dem Röntgenbilde Bruchspalten zu entdecken, die von der medialen Gelenkfläche ausgingen (14, 27, 28, 38, 43, 44). Gewöhnlich handelt es sich dann um sehr schwere Schäden (27, 38, 43, 44). Eigentümlich ist, dass diese Bruchspalten in der *Frontalebene* stehen und eine Partie vom dorsalen Rande der Tibia absprengen. Sie treten deshalb am besten auf dem Profilbilde hervor, im Gegensatz zu den in der Regel sagittal gestellten Bruchspalten im lateralen Kondylus, über die das Enfacebild den besten Aufschluss gibt.

In einem Fall (28) liegt ein Spaltbruch vor, der nur die mediale Gelenkfläche berührt, ein ungewöhnlicher Fall. Die Bruchspalte sprengt hier eine Partie aus dem vorderen Rande des medialen Kondylus ab, und gleichzeitig liegt eine bedeutende Kompression der Spongiosa im vorderen Teil der Tibia vor. Ähnliche Brüche, obgleich nicht mit so grossen Fragmenten, entstanden mitunter bei experimenteller Hyperextension.

B. *Die Kompressionsfrakturen* sind von zweierlei Art:

1. *Kompression der Spongiosa im lateralen Kondylus mit schalenförmiger* (oder mehr ebener) *Herabpressung der lateralen Gelenkfläche* (24 Fälle, 48—71). Die laterale Gelenkfläche kann zu einer bedeutenden Tiefe hinabgepresst sein (1—2 cm). Im Fall 49 war sie sogar 3 cm unter das ursprüngliche Niveau

Abb. 16. Fall 4. Unikondylärer Spaltbruch mit Absprengung des lateralen Kondylus. Kompression der Spongiosa in und unter dem lateralen Teil der Eminentia. Der laterale Femurkondylus in den Sprung in der Gelenkfläche eingedrungen.

Abb. 17. Fall 4 im Gipsverband nach unblutiger Reposition. Die Lage der lateralen Kondylen zueinander ist in der Hauptsache wiederhergestellt.

Abb. 18. Fall. 3. Unikondylärer Spaltbruch mit Absprengung des lateralen Kondylus. Die Dislozierung ist bei diesem Falle im distalen Teil der Bruchspalte am grössten.

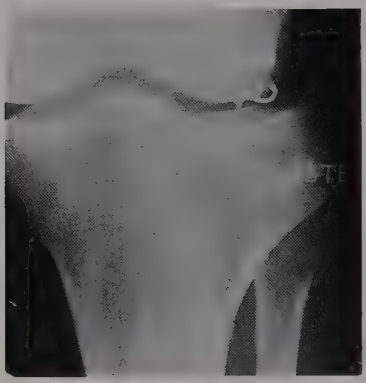


**Abb. 19.** Fall 7. Unikondylärer Spaltbruch mit Absprengung des lateralen Kondylus. Fibulafraktur.

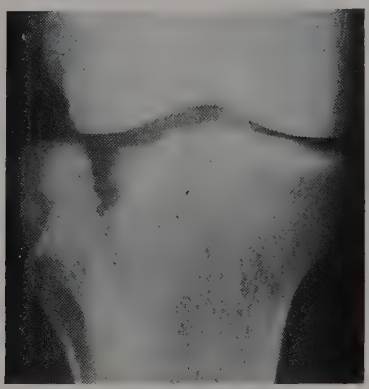


**Abb. 20.** Fall 8. Spaltbruch mit Absprengung des grösseren Teiles des lateralen Kondylus. Mässige Kompression der Spongiosa in der lateralen Partie der Eminentia.

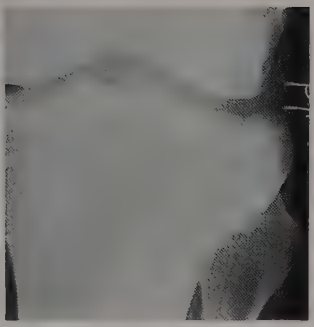


Abb. 21. Fall 17. Spaltbruch, der eine Randpartie in der Gegend der Tuberositas tractus iliotib. absprengt.

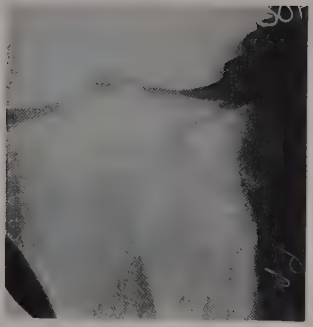


Abb. 22. Fall 17. Derselbe Bruch wie in der vorigen Abb., aber bei Auswärtsrotation des Beines aufgenommen. Die Tuberositas tractus iliotib. randbildend.

Abb. 23. Fall 26. Eine schräge Spaltfraktur, die den medialen Kondylus abtrennt. Die innere Hälfte der lateralen Gelenkfläche ist zertrümmert.

Abb. 24. Fall 29. Bikondylärer Spaltbruch. Eine vertikale Bruchspalte, die von der lateralen Gelenkfläche ausgeht, trennt den lateralen Kondylus ab. Der mediale Kondylus ist durch einen Schrägbruch distal von der Gelenkfläche abgebrochen. Subluxation des Unterschenkels lateralwärts, der mediale Kondylus ist in seiner Lage zum Femur verblieben.

Abb. 25. Fall 29. Derselbe Bruch wie in der Abb. 24, nach blutiger Reposition und Osteosynthese mit Stahlstift. (Das Aussehen nach 4 Jahren s. Abb. 46.)

Abb. 26. Fall 35. Bikondylärer Spaltbruch. Der laterale Kondylus ist durch eine vertikale Bruchspalte abgesprengt, der mediale durch einen Schrägbruch unter der Gelenkfläche abgebrochen.

Abb. 27. Fall 35. Derselbe Bruch wie in der Abb. 26 nach unblutiger Reposition.

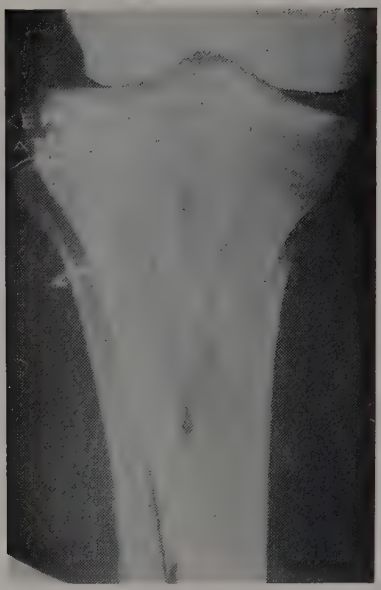


Abb. 28. Fall 46. Mehrere Bruchspalten durch den Tibiakopf und den oberen Teil der Diaphyse. Die laterale Gelenkfläche ist in der Gegend des lateralen Tuberkulums zersplittert, die mediale Gelenkfläche ist unbeschädigt.

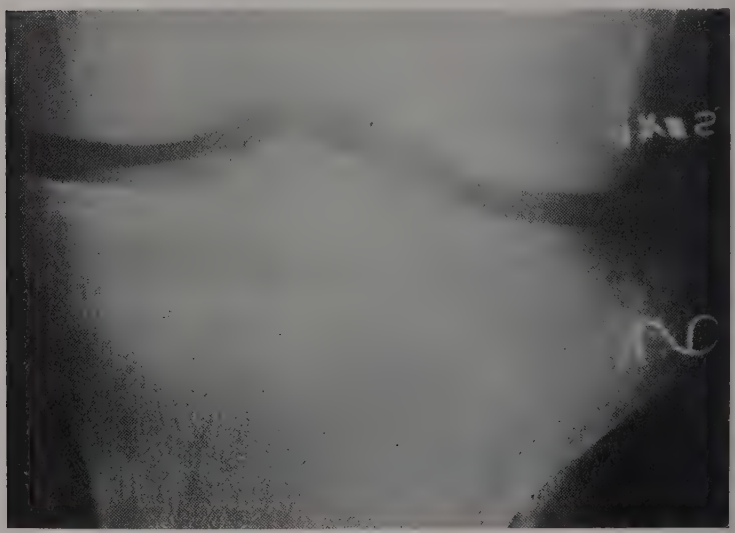


Abb. 29. Fall 63. Leichte »schalenförmige Kompression« am lateralen Kondylus. Die Spongiosa verwischt, der Kondylus verbreitert.

Abb. 30. Fall 55. »Schalenförmige Kompression« des lateralen Kondylus und Absprengung eines daumenendgrossen Randfragmentes.

Abb. 31. Fall 60. Schalenförmige Eindrückung der lateralen Gelenkfläche von 12 mm, Kompression der Spongiosa im Kondylus.

Abb. 32. Fall 53. Schalenförmige Eindrückung der lateralen Gelenkfläche und Absprengung eines schmalen Randfragmentes.

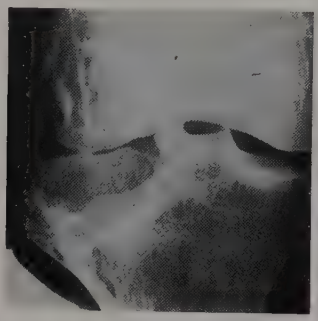


Abb. 33. Fall 48. 5 Monate alte »schalenförmige Kompression» am lateralen Kondylus. Die Gelenkfläche infolge vorzeitiger Belastung des zermalmten Kondylus in eine tiefe, wie ausgedrechselte Grube verwandelt.

Abb. 34. Fall 56. Ebene Hinabpressung einer zentralen Partie der lateralen Gelenkfläche. Die stehengebliebene Randpartie bildet einen Wall um die Grube in der Gelenkfläche. Das Bild bei Auswärtsrotation des Beines aufgenommen, Tuberositas tractus iliotib. randbildend.

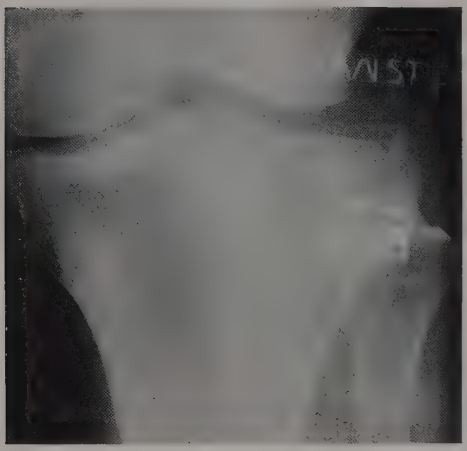


Abb. 35. Fall 49. Eine 2-öre-grosse zentrale Partie der lateralen Gelenkfläche ist 3 cm hinabgepresst. Die Spongiosa im Kondylus verwischt. Die Randpartie des Kondylus ist erhalten und bildet einen Wall um die tiefe Grube in der Gelenkfläche.

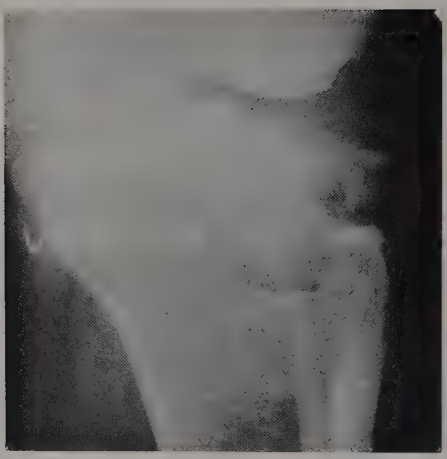


Abb. 36. Fall 49. Derselbe Bruch wie in der Abb. 35, bei Auswärtsrotation des Beines aufgenommen. Die erhaltene Randpartie tritt deutlich hervor.

Abb. 37. Fall 49. Derselbe Bruch wie in der Abb. 36 im Seitenbild.

Abb. 38. Fall 49. Derselbe Bruch wie in den Abb. 35—37 nach 1 Jahr und 7 Monaten. Die laterale Tibiagelenkfläche ist in eine tiefe Grube umgewandelt. Die Randpartie bildet einen Wall, an welchem der Femurkondylus mit einer besonderen Seitenfazette hingleitet.

Abb. 39. Fall 73. Quergehende Kompressionsfraktur durch die Tibia 4 cm unterhalb vom Gelenk; stärkere Zusammenpressung auf der lateralen Seite, wodurch eine bedeutende Valgusstellung aufgetreten ist. Der Fibulakopf ist zersplittert und hinuntergedrückt.

hinuntergedrückt, und in Fall 50 gut 2 cm. Um die hinuntergepresste Zentralpartie bildet der stehengebliebene Tibiarand einen Wall. Wenn der laterale Femurkondylus in die Vertiefung der Gelenkfläche hinuntergesunken ist, steht das Bein in einer pathologischen Valgusstellung. Diese Valgität kann leicht reponiert werden (Abb. 29—38).

Der Umfang des Kondylus ist mehr oder weniger vergrössert. Der Grad der Spongiosakompression im Kondylus entspricht der Vertiefung in der Gelenkfläche. Auf dem Röntgenbilde zeigt die Spongiosa eine verwischte und gleichzeitig verdichtete Zeichnung (auf den Zweifarbendrucken durch rote Schraffierung gekennzeichnet. Vgl. auch die Beschreibung der exp. Hyperabduktionsbrüche S. 26).

Abgesprengte Fragmente fehlen nicht selten vollständig, oft finden sich jedoch kleinere, besonders längs dem lateralen Rande des Kondylus oder in der Gegend der Tuberositas tract. iliotib. Diese Fragmente sind selten hochgradig disloziert und niemals so gross oder bedeutungsvoll, dass sie reponiert werden müssen (Abb. 30 und 32).

Experimentell gelang es mir in 8 von 30 Versuchen, durch Hyperabduktion derartige »schalenförmige Kompressionen» an der lateralen Gelenkfläche hervorzurufen. Dagegen entstand bei Hyperadduktion niemals ein ähnlicher Schaden an der medialen Gelenkfläche, und auch im klinischen Material begegnete mir kein solcher. In seltenen Fällen kann man eine Kompression der Spongiosa im medialen Kondylus 1—2 cm unter der Gelenkfläche sehen, die im ganzen einige mm hinuntergepresst, sonst aber vollständig ungeschädigt ist (Fall 72 und Versuch XVI). Diese Form von Kompressionsfraktur gehört klinisch und röntgenologisch mehr zur nachstehenden Gruppe 2.

2. *Quergehende Kompression im Collum tibiae*, mitunter mit einer einige mm tiefen Einkeilung der Diaphyse in den Tibiakopf (73—76, Abb. 39). Die Kompression kann auf der lateralen Seite ausgesprochener sein, wodurch die laterale Gelenkfläche tiefer zu stehen kommt (73, 75). Die Gelenkflächen können ungeschädigt sein (73), mitunter ist aber ebenso wie bei den schalenförmigen Kompressionen ein kleines Randfragment vom lateralen Tibiarande abgesprengt (75, 76).

Die Einteilung in Kompressions- und Spaltbrüche, die ich hier vornahm, ist früher nicht in klarer und konsequenter Weise durchgeführt worden, obgleich beide Bezeichnungen seit langem gebräuchlich waren. Dem Wort »Kompression» hat indes stets Unklarheit angehaftet, indem es in irreführendem Doppelsinn verwendet wurde, einerseits, um die Art der Gewalt, anderseits, um die anatomische Veränderung zu bezeichnen.

Die Einteilung ist auch von anderen Gesichtspunkten berechtigt, die im folgenden näher erörtert werden sollen. So ist der Entstehungsmechanismus verschiedenartig; die Spaltbrüche entstehen durch eine Art von Keilwirkung, die Kompressionsbrüche durch einen über eine Fläche verteilten Druck. Die Behandlung wird verschieden, sobald es sich um Reposition handelt: Nur die Spaltbrüche können auf unblutigem Wege reponiert werden, und bei blutiger Reposition erfordern sie eine Form von Osteosynthese, die Kompressionsbrüche dagegen, sofern sie überhaupt reponiert werden sollen, eine Art Plombierung des lateralen Kondylus. Eine gewisse Verschiedenheit herrscht auch in Bezug auf gleichzeitige Fibulafraktur und die Bedingungen für die Diagnose.

Die Einteilung der Frakturen wurde also nach folgendem Schema vorgenommen:

A. *Spaltbrüche.*

1. *Unikondyläre Spaltbrüche.*
2. *Bikondyläre Spaltbrüche und Splitterbrüche.*

B. *Kompressionsbrüche.*

1. *Kompression des lateralen Kondylus mit schalenförmiger* (oder mehr ebener) *Eindrückung der lateralen Gelenkfläche.*
2. Quergehende Kompression *unterhalb* des Gelenks.

Wie früher erwähnt ist, sind bei Spaltbrüchen oft gewisse Partien der Spongiosa komprimiert, und bei Kompressionsbrüchen können kleine Absprengungen vorkommen, der Hauptcharakter des Bruches als Spalt- oder Kompressionsfraktur ist jedoch in der Regel deutlich ausgesprochen. Solche Brüche können bezeichnet werden als: »Spaltbruch mit Kompression eines gewissen Gebietes» resp. »Kompressionsbruch mit Absprengung eines gewissen Fragmentes».

**Über die Entstehungsart der Brüche.** Die Mehrzahl der beobachteten Kondylusbrüche war durch indirekte Gewalt entstanden. Es ist jedoch mitunter schwer, die direkten Frakturen von den indirekten abzugrenzen, da die Einwirkung einer direkten Gewalt auf das Kniegelenk ein Brechen des Gelenks nach irgendeiner Seite mitsichbringen kann, wodurch die Bedingungen für einen indirekten Bruch vorliegen, wie es im Kapitel über die experimentell hervorgerufenen Schäden beschrieben ist. Eine stumpfe Gewalt gegen das Bein (z. B. ein fallender Mehlsack oder dergl.) dürfte immer einen indirekten Schaden mitsichbringen, während eine mehr spitze Gewalt (Aufschlagen auf einen Stein etc.) eine direkte Fraktur geben kann. Durch Zerschmetterung, Schussverletzung oder dergl. können direkte Brüche entstehen, sie sind aber gewöhnlich kompliziert und geben oft Veranlassung zu schweren Infektionen, weshalb sie sich sowohl betreffs Behandlung wie Prognose anders verhalten. Ich lasse sie hier ganz beiseite. Sie sind in Friedenszeiten zweifellos seltener als die indirekten Frakturen.

In zwei von den hier mitgeteilten Fällen (25, 43 und vielleicht auch 24) halte ich es für wahrscheinlich, dass das direkte Trauma die grösste Rolle für die Entstehung der Fraktur spielte. Diese Patienten geben bestimmt an, dass sie mit dem Knie direkt gegen einen Gegenstand schlugen. Solche Angaben muss man allerdings mit Vorsicht aufnehmen, aber auch das Aussehen der Brüche spricht dafür, dass dies der Fall sein kann. Im Falle 43 handelt es sich um eine Zertrümmerung des medialen Kondylus, in Fall 25 um eine Spaltfraktur bei einem 18jährigen, dem jüngsten Individuum meines Materials und dem einzigen, der noch dicke Epiphysenknorpelscheiben hat. In diesem Alter pflegt eine indirekte Gewalt Epiphysenlösung mitsichzubringen (vgl. S. 28).

Die indirekten Kondylusbrüche entstehen durch einen Druck in axialer Richtung, der an einer Stelle stärker ist als die Widerstandsfähigkeit des Knochens. Ein axialer Druck kann durch die lebendige Kraft des Körpers bei Fall aus der Höhe[1], durch Muskelspannung oder durch Brechen des Knies

[1] In seltenen Fällen kann ein Kondylusbruch dadurch entstehen, dass dem Individuum ein schwerer Gegenstand auf die Schultern fällt (Fall 32 und der von KNAGG beschriebene).

in irgendeiner Richtung entstehen. Im letzteren Falle wird die brechende Kraft durch die Ligamentspannung auf der Konvexseite in einen axial wirkenden Druck zwischen den Kondylen auf der Konkavseite verwandelt (siehe Kap. 2). Bei gestreckter oder hyperextendierter Beinstellung führt dies leichter zu einer Fraktur, weil das Kniegelenk dann durch den gespannten Ligamentapparat fixiert ist und das Bein nicht wie bei Beugestellung durch Rotation im Knie- oder Hüftgelenk elastischen Widerstand leisten und auf diese Weise den Knochen schützen kann. Die meisten Kondylusbrüche dürften also bei gestreckter Stellung des Beines eingetreten sein.

Bezüglich der Rolle, die der Ligamentapparat bei der Entstehung dieser Frakturen spielt, wurden verschiedene Theorien aufgestellt. So meint Gümbel, dass die Ligg. collateralia die ganzen Kondylen mitsichreissen können (»Abrissfraktur»). Desguin ist der Ansicht, dass eine kräftige Kontraktion des Musc. biceps die vertikalen Brüche im lateralen Tibiakondylus veranlassen kann (»fracture par arrachement»). Anzoletti versucht wahrscheinlich zu machen, dass ein Zug am Tractus iliotib. gleichzeitig mit einem Druck von unten durch die Fibula zu einer Absprengung des lateralen Kondylus führen kann. Meine Experimente zeigen indes, dass die Ligamente nur ganz kleine Fragmente abreissen, die nicht als Kondylusfrakturen bezeichnet werden können. Die grössten Fragmente wurden vom Tractus iliotib. abgerissen, und diese waren mitunter wirklich so gross, dass sie mit den kleinen spaltförmigen Absprengungen in der Gegend der Tuberositas tract. iliotib. vergleichbar waren (Fall 17—21).

In der Hauptsache kann man indes Tañton beistimmen, der sagt: »En pratique, la compression verticale, c'est à dire la transmission du choc, résume à peu près toute l'étiologie des fractures indirectes».

Der Mechanismus der »schalenförmigen Kompressionen» am lateralen Kondylus geht aus den experimentellen Untersuchungen deutlich hervor (Kap. 2). Die Hyperabduktion des Unterschenkels ist der wichtigste Faktor, eine gleichzeitige Belastung des Beines in axialer Richtung (Muskelspannung, lebendige Kraft) begünstigt aber die Entstehung einer Fraktur statt eines Reissens der Ligamente. Der laterale Femurkon-

dylus, dessen Konstruktion stärker ist als die des Tibiakondylus, presst bei reiner Hyperabduktion das Zentrum der lateralen Tibiagelenkfläche hinunter, und weil es *Flächen* sind, die gegeneinander gedrückt werden, wird die Spongiosa komprimiert; wenn der Unterschenkel etwas in der Richtung nach vorn oder rückwärts hyperabduziert wird, so erfolgt die Kompression etwas vor oder hinter der zentralen Partie. Der Femurkondylus deckt indes nicht die ganze Tibiaoberfläche, sondern diese ragt um $^1/_2$ cm oder etwas mehr über den Femurkondylus hinaus. Diese Partie wird nicht komprimiert, sondern bleibt als Wall stehen oder wird durch die *Keilwirkung* des scharfen Aussenrandes des Femurkondylus abgesprengt.

Die Gelenkfläche ist mitunter so tief hinuntergepresst, dass es undenkbar ist, dass dies vorsichgegangen sein soll, während sich das Bein in gestreckter Stellung befand. So ist im Fall 49 die Grube 3 cm tief, im Fall 50 gut 2 cm. Wahrscheinlich ist es die dorsale Partie des Femurkondylus, die bei Beugestellung des Knies so tief nach unten dringen konnte, ohne die interkondyläre Tibiapartie zu schädigen, die in dieser Stellung im Zwischenraum zwischen den Femurkondylen geschützt liegt (Abb. 35—38).

Die quergehende Kompression im Collum tibiae ist eine Kompressionsfraktur von der Art, wie sie auch in mehreren anderen Skeletteilen beobachtet wird, und sie entsteht sicherlich durch eine gleichförmige Überbelastung des ganzen Tibiaquerschnittes. Die Belastung scheint auf der lateralen Seite oft etwas stärker zu sein, weshalb die Kompression auf dieser Seite etwas ausgesprochener wird und eine Winkelstellung der Tibia mitsichbringt (Fall 73, Abb. 39).

Die Spaltbrüche können durch eine Art von *Keilwirkung* entstehen. Der Mechanismus einer solchen Keilwirkung bei unikondylären Spaltbrüchen am lateralen Tibiakondylus wird durch die Experimente mit Hyperextension klargestellt. In Kap. 2 ist näher beschrieben, wie der Unterschenkel bei Hyperextension zwangsmässig nach aussen rotiert, wie der laterale Femurkondylus, in die Fossa intercond. ant. hinabdringend, dort eine Grube erzeugt und in gewissen Fällen durch die Keilwirkung seines scharfen lateralen vorderen Randes den

Tibiakopf spaltet. So wurden bei Hyperextension in 3 Fällen vertikale Fissuren im lateralen Kondylus erhalten, und in einem Falle eine Spaltfraktur mit Absprengung des ganzen lateralen Kondylus.

Spaltbrüche von dem Typus, der in den Fällen 17—21 beschrieben ist, können durch Brechen des Unterschenkels nach vorne-lateral entstehen, wobei der laterale untere Rand des lateralen Femurkondylus durch Keilwirkung das Gebiet um die Tuberositas tract. iliotib. absprengt. Eine solche kleine Spaltfraktur kann auch gleichzeitig mit einer »schalenförmigen Kompression» vorkommen, und betreffs des Entstehungsmechanismus ist sie der schon beschriebenen Absprengung vom lateralen Tibiarande gleichzustellen.

Eine sichere Erklärung dafür, dass die Bruchspalte manchmal unter Absprengung des medialen Kondylus medial abweicht, habe ich nicht finden können, ich vermute aber, dass dies mit einer stärkeren Belastung dieses Kondylus bei der Entstehung des Bruches zusammenhängt. Tanton meint, dass der laterale Kondylus abgesprengt wird, wenn das Bein in Valgusstellung, der mediale, wenn es in Varusstellung steht, weil diese verschiedenen Stellungen eine grössere Belastung des lateralen resp. medialen Kondylus mitsichbringen. Dass Meerwein die Spaltbrüche am lateralen Kondylus mit Genu valgum in Zusammenhang brachte, ist im geschichtlichen Überblick erwähnt. Sicher wird die Belastung des lateralen Kondylus bei Genu valgum grösser, eine derartige, präformierte Fehlstellung ist aber keineswegs eine notwendige Bedingung für die Entstehung eines Spaltbruches am lateralen Kondylus, und es ist deshalb nicht richtig, diese Brüche als für Genu valgum typisch zu betrachten. Entscheidend ist meines Erachtens, wie die Belastung im Augenblick der Entstehung des Bruches verteilt ist.

Die bikondylären Spaltbrüche können so entstehen, wie es auf S. 63 beschrieben ist, nämlich durch Abbrechen des medialen Kondylus, nachdem der laterale zersplittert wurde, oder dadurch, dass ein Quer- oder Schrägbruch den gesprengten Tibiakopf vollständig ablöst. Von der Richtigkeit der oft wiedergegebenen Theorie, nach welcher solche Brüche auch dadurch entstehen können, dass die Tibiadiaphyse wie ein

Keil die Kondylen auseinandersprengt, bin ich nicht überzeugt. Dagegen spricht, dass der Abstand zwischen den auseinandergesprengten Kondylen im Niveau der Gelenkfläche am grössten, im Niveau des Kollums dagegen kleiner ist (s. Abb. 24 und 26). Ferner ist die Diaphyse in der Regel wenig zwischen die Kondylen hinaufgeschoben, diese sind nur nach den Seiten auseinandergesprengt, ohne dass eine grössere Verkürzung des Beines eingetreten ist. Diese Theorie über die Keilwirkung der Diaphyse scheint mir zweifelhaft zu sein und stimmt übrigens wenig mit der Spongiosastruktur im Collum tibiae überein.

Bei allen Tibiakondylusbrüchen findet man auffallend regelmässig die laterale Gelenkfläche mehr geschädigt als die mediale. Entweder ist sie allein geschädigt, oder, wenn beide Gelenkflächen frakturiert sind, ist der Schaden an der lateralen grösser. Experimente und klinisches Material stimmen in diesem Punkte gut überein. Die Ursache dafür, dass die laterale Knochengelenkfläche bei Kompressionsbrüchen mehr einer Zermalmung ausgesetzt ist, liegt meiner Ansicht nach darin, dass sie kleiner ist, und dass die lateralen Kondylen weniger kongruent sind als die medialen. Hierdurch entsteht leichter auf der lateralen Seite ein Druck, der die Festigkeit des Knochens übersteigt. Die medialen Kondylen stehen auf einer grösseren Fläche miteinander in Kontakt, die infolge der besseren Kongruenz der Knochenenden über ihr ganzes Ausmass gleichmässiger belastet ist. In Kap. 1 wurde hervorgehoben, dass die Spongiosa der lateralen Kondylen eine dichtere Struktur hat, und dass der Gelenkknorpel zwischen ihnen dicker ist als auf der medialen Seite, weshalb keine relative Schwäche in diesen Beziehungen vorliegt. Man muss wohl im Gegenteil annehmen, dass die dichtere Struktur und der dickere Gelenkknorpel sich infolge der auch unter normalen Verhältnissen durchschnittlich grösseren Belastung per Flächeneinheit in der zentralen Partie der lateralen Gelenkfläche ausgebildet haben, dass aber diese Kompensation nicht ausreicht, um den Knochen bei abnorm starker Beanspruchung zu schützen.

Dass die laterale Gelenkfläche bei Spaltbrüchen zerquetscht ist, ist verständlich in Hinsicht auf die Rolle als Spalter, die der laterale Femurkondylus spielt (s. S. 33 u. 69), und das regelmässige Auftreten des Schadens an der lateralen Gelenkfläche

spricht meines Erachtens für die Bedeutung und die Gewöhnlichkeit dieses Bruchmechanismus.

Die äusseren Umstände, die die Entstehung der Brüche veranlasst hatten, waren:

| | A 1 | A 2 | B 1 | B 2 | C | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Fall* aus der Höhe . . . . . | 8 | 10 | 6 | 2 | 3 | =29 |
| *Abspringen* von Wagen, Fahrrad oder dergl. . . . . | 9 | 3 | 8 | 2 | 0 | =22 |
| *Fehltreten* auf einer Treppe, einem Stein | 1 | 2 | 2 | 0 | 4 | = 9 |
| *Brechen* zwischen Leitersprossen, über einer Kante etc. . . . . | 1 | 1 | 4 | 0 | 0 | = 6 |
| *Schlag* gegen das Bein, Überfahrenwerden etc. . . . . | 4 | 1 | 1 | 1 | 6 | =13 |
| *Sonstige* und unbekannte Schädigungsarten . . . . . | 5 | 2 | 3 | 0 | 2 | =12 |
| | 28 | 19 | 24 | 5 | 15 | =91 |

Am zahlreichsten ist die Gruppe der Frakturen, die durch Fall aus der Höhe entstanden waren. Die Fallhöhe ist sehr verschieden, von der Höhe eines Stuhles bis zu der zweier Stockwerke. Bemerkenswert ist, dass auch bei ganz kleinen Fallhöhen schwere Brüche entstehen können; wahrscheinlich spielt die Muskulatur dabei eine grosse Rolle, denn die Muskelspannung und damit die Belastung des Knochens kann sich bei kräftiger Kontraktion der Oberschenkelmuskulatur auf ein- bis zweitausend kg belaufen (Fick).

Die zweite Gruppe umfasst die Frakturen, die durch Abspringen von in Fahrt befindlichen Fahrrädern, Strassenbahnwagen oder dergl. entstanden waren. Sie bilden eine recht grosse Gruppe, und die Art der Gewalt ist hier sehr typisch. Gewöhnlich ist der Vorgang so, dass das Individuum beim Stürzen mit dem Fahrrade oder Abspringen vom Wagen das eine Bein gerade ausstreckt, um auf diese Weise auf den Boden zu kommen und dabei die ganze Kraft des Stosses mit dem gestreckten Bein auffängt. Eine nicht geringe Zahl von Kondylusbrüchen, die ich in der Literatur beschrieben fand, ist unter solchen Umständen eingetreten (Fassbender, Godee, Gurau, Riedl, Wharton etc.).

Die dritte Gruppe ist weniger zahlreich vertreten, die Entstehungsart der Fraktur ist aber auch hier typisch. Der Geschädigte ist z. B. im Dunkeln oder aus einem anderen Grunde um ein oder zwei Treppenstufen fehlgetreten, schräg auf einen Stein gestiegen, der wegrollte oder dergl. und ist dadurch mit dem Fuss heftig auf den Boden aufgestossen, hat gleichzeitig das Gleichgewicht verloren und beim Hinstürzen je nach der Richtung des Fallens das Bein in Valgus-, Varus- oder Hyperextensionsstellung gebrochen. Damit sind die Voraussetzungen für eine Kondylusfraktur gegeben.

Das Gemeinsame für die eben erwähnten drei Gruppen ist, dass die Gewalt eine direkte Belastung des Beines in axialer Richtung mitsichbrachte. In den folgenden 2 Gruppen wirkte die Gewalt nur durch Brechen, und erst durch die Spannung im Bandapparat konnte ein Druck in axialer Richtung ausgeübt werden. Im Vergleich zu den früheren Fällen ist also die Zerrung im Bandapparat in diesen Fällen verhältnismässig grösser als die Belastung der Gelenkfläche. Man kann demzufolge erwarten, dass die Knochenschäden kleiner werden, die Ligamentschäden dagegen grösser. Dies wird jedoch aus dem Material nicht ersichtlich, denn die mit Brüchen kombinierten Ligamentzerreissungen sind schwer zu konstatieren, und die Untersuchung war früher in diesem Punkte mangelhaft. In die erwartete Richtung deutet jedoch der Umstand, dass die leichten Knochenschäden (C) in der 5. Gruppe relativ zahlreicher vertreten sind (6 Fälle von 13, gegen 7 von 60 in den ersten 3 Gruppen).

In der 5. Gruppe kommen einige Frakturen vor, die dadurch entstanden sind, dass ein Auto gegen das Bein gestossen hat. Cubbins, Conley und Seiffert weisen darauf hin, dass Brüche am lateralen Tibiakondylus »occur more frequently with the use of automobile bumpers — — — so frequent have they become, that they might be called bumper fractures». In dem von mir vorgelegten Material ist diese Entstehungsart nicht so häufig, kommt aber in einigen Fällen vor. Die in der 2. Gruppe erwähnten Radfahr-Frakturen wurden in bedeutend grösserer Frequenz als diese »bumper fractures» beobachtet.

In der letzten Gruppe sind diejenigen Fälle zusammengestellt, deren Entstehungsweise ungewöhnlich oder nicht eruiert

ist. Hierzu gehört u. a. eine Fraktur, die dadurch entstand, dass ein Baum auf die Schultern des Geschädigten fiel und so die Belastung der Gelenkflächen erhöhte (Fall 32). Die Entstehungsweise erinnert an die einmal von KNAGG beschriebene; in seinem Falle war dem Geschädigten ein gefüllter Mehlsack auf die Schultern gefallen.

**Symptomatologie** und **Diagnostik.** Bei den schweren Brüchen, z. B. den bikondylären Spaltbrüchen und Splitterbrüchen ergibt sich die Frakturdiagnose schon unmittelbar bei der klinischen Untersuchung. Die Frakturzeichen sind deutlich ausgesprochen: Fehlstellung, starke Schwellung und Blutungen in den Weichteilen, Erguss im Gelenk, Druckempfindlichkeit über dem Tibiakopf, abnorme Beweglichkeit, Krepitationen und mitunter leichte Verkürzung des Unterschenkels. Das Röntgenbild dient hier dazu das Aussehen der Fraktur klarzulegen.

Bei Spaltbrüchen, die nur den medialen Kondylus absprengen, ist die klinische Diagnose gleichfalls in der Regel ohne Schwierigkeit dadurch zu stellen, dass der Patient absolut ausserstande ist, sich auf das Bein zu stützen, ferner durch die augenfällige Fehlstellung des Unterschenkels (Subluxations- und Varusstellung und eventuell Verkürzung) sowie durch die deutlich ausgesprochene Empfindlichkeit über der Frakturspalte.

Wo nur ein Spaltbruch des lateralen Kondylus allein vorliegt, und bei Kompressionsbrüchen ist die klinische Diagnose unsicherer. Wenn der grössere Teil des lateralen Kondylus abgesprengt, oder die schalenförmige Kompression stark ausgesprochen ist, so kann sich der Patient in der Regel nicht auf das geschädigte Bein, das in abnormer Valgusstellung steht oder in solche gestellt werden kann, stützen. Der Tibiakopf ist gewöhnlich verbreitert, Schwellung, Blutung und Druckempfindlichkeit über dem lateralen Kondylus sind deutlich ausgesprochen. Unter solchen Verhältnissen ist die Diagnose nicht schwer, auch wenn keine Krepitationen hervorgerufen werden können. Wenn nur Randfragmente vom lateralen Kondylus abgesprengt sind, z. B. die gewöhnlichste Form mit Absprengung in der Gegend der Tuberositas tract. iliotib. vorliegt, oder wenn die schalenförmige Kompression von mässigem

Grade ist, kann sich der Patient oft auf das Bein stützen. Mitunter ist die Funktion so wenig gestört, dass der Patient es nicht für nötig hält, einen Arzt aufzusuchen, und mehrere Monate auf seinem geschädigten Bein umhergeht in der Meinung, dass es sich nur um eine »Verstauchung» handelt. Erst wenn die Schmerzen und die Schwellung die Tendenz zeigen, lange anzuhalten, beginnt dem Patienten der Verdacht aufzusteigen, dass ein schwererer Schaden vorliegt (Fall 17, 20, 21, 48, 57, 61, 66).

Aber auch, wenn der Arzt sofort aufgesucht wird, ist es für ihn oftmals sehr schwer, die Fraktur ohne Röntgenuntersuchung zu entdecken, was es erklärt, dass man in der vorröntgenologischen Zeit eine ganz andere Auffassung von der Frequenz und dem Aussehen der Kondylusfrakturen hatte.

Wichtig sind für die Diagnose in diesen Fällen in erster Linie die *anamnestischen Angaben*, aus denen hervorgehen kann, ob die äusseren Bedingungen für die Entstehung einer Fraktur vorlagen, besonders in Form von axialer Belastung oder Brechung. Rotationsbewegungen und ähnliche Momente, die oft als Ursachen von Meniskusluxationen beschrieben werden, kommen selten in der Anamnese vor. Der konstanteste Untersuchungsbefund ist ein *Erguss im Gelenk*, der in nahem Zusammenhang mit dem Trauma stattfand (Blutung). Blutung und Schwellung in den Weichteilen können sehr unbedeutend sein, bei genauer Palpation kann man aber in der Regel irgendwo über dem lateralen Tibiakondylus *Druckempfindlichkeit* entdecken. Oft ist die Druckempfindlichkeit jedoch über dem medialen Femurepikondylus oder (seltener) im Niveau der Gelenkspalte auf der medialen Seite noch stärker ausgesprochen. Diese stärkere Empfindlichkeit auf der medialen Seite beruht auf einem Abreissen des medialen Kollateralligamentes entweder von der Femuransatzstelle oder in der Gegend des Meniskus und trägt ihrerseits dazu bei, dass man den Schaden am lateralen Kondylus übersieht.

Die quergehende Kompression im Collum tibiae kann gleichfalls bei der klinischen Untersuchung der Beachtung entgehen (Fall 73), die schwereren Querkompressionen aber mit gleichzeitigem Schaden an der lateralen Gelenkfläche geben gewöhnlich deutliche Frakturzeichen.

Es ist eine gute Regel, von allen traumatischen Knieschäden eine Röntgenaufnahme zu machen, vor allem, wenn sie einen Erguss (eine Blutung) ins Gelenk veranlasst haben. Die Kompressionsbrüche können jedoch demjenigen, der keine Übung in der Deutung von Röntgenbildern hat, auch röntgenologisch gewisse Schwierigkeiten bieten (Fall 65).

Die klinischen Diagnosen bei den in die Röntgenabteilung geschickten Fällen waren:

| | A 1 | A 2 | B 1 | B 2 |
|---|---|---|---|---|
| Fraktur | 8 | 17 | 5 | 3 |
| Fraktur? | 11 | 0 | 9 | 1 |
| Distorsion oder andere Diagnose | 5 | 1 | 6 | 1 |
| Keine Diagnose | 4 | 1 | 4 | 0 |

Die klinischen Diagnosen bei der Überweisung zur Röntgenaufnahme werden oftmals nach flüchtiger Besichtigung des Falles gestellt, genauere Untersuchungen hätten zweifellos die Zahl der Fehldiagnosen verringern können. Dies hindert indes nicht, dass man aus der Zusammenstellung *den* Schluss ziehen kann, dass die »schalenförmigen Kompressionen» an der lateralen Gelenkfläche im allgemeinen die grössten Schwierigkeiten für die klinische Diagnose machen. Dies ist ja auch im Hinblick auf ihre versteckte Lage ganz natürlich, ebenso wie der Umstand, dass die bikondylären Brüche und die Splitterfrakturen die geringsten Schwierigkeiten bieten.

Blake führt an, dass die Frakturdiagnose in seinem Material bei 50 % der Fälle erst nach der Röntgenuntersuchung gestellt wurde, und erwähnt dabei, »that a recent law suit in Massachusetts called attention to the fact, that this high fracture of the tibia may easily be overlooked by excellent general practitioners».

Die Frakturen verteilen sich auf die verschiedenen Altersklassen folgendermassen:

| | A 1 | A 2 | B 1 | B 2 | |
|---|---|---|---|---|---|
| ≦ 30 Jahre | 3 | 2 | 3 | 0 | = 8 |
| ≦ 50 » | 13 | 3 | 11 | 3 | = 30 |
| > 50 » | 12 | 14 | 10 | 2 | = 38 |

Die Brüche werden also bei höherem Alter in allen Frakturgruppen in ungefähr demselben Grade zahlreicher. Nach dem 5. Jahrzehnt ist die Zunahme indes unbedeutend und betrifft ausschliesslich die Gruppe A 2.

Jünger als 20 Jahre waren nur 2 Patienten. Der eine (63, Abb. 29) hatte eine typische schalenförmige Kompression der lateralen Gelenkfläche, der andere (25) eine Spaltfraktur mit Absprengung des medialen Kondylus. Nur beim letzteren war die Epiphysenscheibe der Tibia wie die des Femurs erhalten, beim ersteren war das Knieskelett vollständig entwickelt. Indirekte Kondylusbrüche kommen zweifellos sehr selten vor, solange noch Epiphysenscheiben vorhanden sind. Bei Belastung in axialer Richtung schützen sie den Knochen durch ihre Elastizität, bei Brechung entsteht leichter eine Epiphysenablösung als eine Tibiakondylusfraktur. So entstand einmal bei meinen experimentellen Versuchen sowohl bei Hyperabduktion wie bei Hyperadduktion eine Ablösung der Femurepiphyse ohne irgendeinen Schaden an den Gelenkflächen oder Ligamenten (Versuch Nr. XX, Abb. 15, S. 57). Der Patient Nr. 25, der eine Ausnahme von dieser Regel bildet, gab mit Bestimmtheit an, dass er das Knie direkt an einen Stein geschlagen habe. Vielleicht ist diese Angabe richtig, was dann erklären würde, warum eine Spaltfraktur statt einer Epiphysenablösung auftrat.

Nach dem Geschlecht der Patienten verteilt, zeigen die Brüche folgende Gruppierung:

| | A 1 | A 2 | B 1 | B 2 | |
|---|---|---|---|---|---|
| Männer . . . . . | 16 | 6 | 7 | 4 | = 33 |
| Frauen . . . . . | 12 | 13 | 17 | 1 | = 43 |

Im ganzen liegen 33 Brüche bei Männern und 43 bei Frauen vor, weshalb es nicht richtig sein kann, dass Tibiakondylusbrüche häufiger bei Männern vorkommen, wie manche Verfasser geltend machen wollen. In den Gruppen A 2 und B 1 sind die Frauen bedeutend zahlreicher vertreten als die Männer. In den experimentellen Versuchen entstanden bei weiblichen Leichen öfter (bei 7 von 13) schalenförmige Kompressionsbrüche als bei männlichen (1 von 17).

**Über Zerreissung des Ligamentapparates bei Kondylusbruch.** Die experimentellen Untersuchungen haben gezeigt, dass Gewalteinwirkung auf den Unterschenkel in seitlicher Richtung oder nach vorn entweder zu einer Fraktur oder zu Ligamentzerreissungen führt. Diese Schäden treten alternativ auf, selten beide vereint. Am häufigsten sieht man eine Zerreissung des medialen Kollateralligamentes mit einer Fraktur kombiniert.

Diese Regel gilt sicherlich auch für die Brüche, die beim Lebenden entstehen, was zweifellos ein sehr günstiger Faktor ist und erklärt, dass die meisten und darunter auch sehr schwere Kondylusbrüche mit gutem funktionellem Resultat ausheilen können.

Wie die Nachuntersuchung zeigt, kommen indes Ausnahmen vor, und bei den Fällen von Invalidität, die ich nach Spaltbrüchen sah, schien mir die Ursache der Invalidität in Schäden am Bandapparat zu liegen. Es ist deshalb von grosser Bedeutung, schon bei der Untersuchung der frischen Fraktur zu einer möglichst klaren Vorstellung über die Ligamentschäden zu kommen. Dies ist indes nicht leicht. Die klinische Untersuchung gibt wenig Aufschluss hierüber, weil die abnormen Bewegungen, die man mit dem geschädigten Bein ausführen kann, ebensogut durch Verschiebungen in den Bruchflächen entstehen können wie durch Ligamentzerreissungen. Vielleicht kann man durch gleichzeitige Palpation der Gelenkspalte fühlen, dass diese sich erweitert, z. B. auf der Medialseite bei Hyperabduktion. Dies ist jedoch wegen der starken Schwellung und der Blutungen in der Umgebung schwierig.

Die gewöhnliche Röntgenphotographie gibt nur dann Aufschluss über einen Ligamentschaden, wenn das Ligament ein sichtbares Fragment von seiner Ansatzstelle mitabgerissen hat. Dies ist aber recht selten der Fall. In dem hier vorliegenden Frakturmaterial kommt nur ein Fall mit einem von der Aussenseite des medialen Femurkondylus abgerissenen Knochenfragment vor (56). Die experimentell erzeugten Fragmentabreissungen waren in der Regel grösser und kamen unter 13 Hyperabduktionsfrakturen nicht weniger als 6 mal vor. Dieser Mangel an Übereinstimmung zwischen den Experimenten und dem klinischen Material beruht vielleicht darauf, dass

Hyperabduktion allein eine seltene Frakturursache ist, beim Lebenden kommt durch Muskelspannung und »lebendige Kraft» immer ein Druck in axialer Richtung hinzu, der den Ligamentapparat auf Kosten des Knochens schützt.

Recht oft kann man auf dem Röntgenbilde eine Weichteilsauftreibung und eine verstärkte Gefässzeichnung in der Umgebung des medialen Epikondylus beobachten, was mitunter auf einem Zerreissen des Kollateralligamentes beruht, obgleich kein Knochenfragment nachweisbar ist. Es pflegt dabei auch starke Druckempfindlichkeit über diesem Gebiet zu bestehen, was indes kein sicheres Zeichen für eine Ligamentzerreissung ist.

Recht oft kann man lose Fragmente in der Fossa intercond. ant. beobachten. Mitunter handelt es sich bei einem solchen Fragment um die Ansatzstelle des vorderen Lig. cruciatum, die dann einige mm nach oben disloziert ist. Es ist indes oft unmöglich, auf dem Röntgenbilde zu entscheiden, ob ein Tibiafragment eine Ansatzstelle für die Ligg. cruc. oder ganz einfach ein Frakturspliter ist. Bei sämtlichen nachuntersuchten Fällen ausser bei Nr. 44 waren solche Fragmente zur Zeit der Nachuntersuchung festgeheilt. In dem genannten Falle waren die Tibiaansatzstellen der beiden Ligg. cruciata noch lose, was eine Subluxation des Unterschenkels nach vorn mitsichbrachte.

Die Fibulaansatzstelle des lateralen Lig. coll. war einmal — wahrscheinlich durch Hyperadduktion — abgerissen und ein paar mm nach oben disloziert (72). Bei den gewöhnlichen Kondylusbrüchen mit nachfolgender Valgusstellung ist dieses Ligament natürlich verhältnismässig geschützt, obgleich die Fibulaansatzstelle abgelöst sein kann, wenn das Capitulum fibulae zertrümmert ist. Die Gelenkkapsel auf der lateralen Seite scheint dagegen leichter geschädigt zu werden, wahrscheinlich im Zusammenhang mit der Dislozierung des Kondylus resp. des Unterschenkels lateralwärts, da in 3 Fällen ein kleines losgerissenes Fragment in der Kapselansatzstelle an der Lateralseite der Tibia unmittelbar unter der Gelenkfläche zu beobachten war (3, 25, 44).

Sowohl das Röntgenbild wie die gewöhnliche klinische Untersuchung geben also nur unsichere Aufschlüsse über die die Brüche begleitenden Ligamentschäden. Zu einer Verbes

serung der Diagnose in dieser Beziehung konnte, wie ich fand, die Untersuchung der abnormen Beweglichkeit bei gleichzeitiger Durchleuchtung des Kniegelenks verhelfen. Dabei lässt sich beobachten, wie die abnorme Beweglichkeit entsteht, durch Verschiebung an der Bruchstelle (34), infolge der Vertiefung in der lateralen Gelenkfläche (55) oder durch Klaffen des Gelenks (35). Die letztgenannte Ursache der abnormen Beweglichkeit gibt sich bei Durchleuchtung durch eine Zunahme der »Knorpelhöhe» zwischen Femur und Tibia zu erkennen, und da die mediale Tibiagelenkfläche fast immer ungeschädigt ist, beobachtet man das Gelenkklaffen am sichersten auf der medialen Seite. Der mediale Tibiakondylus und die interkondyläre Tibiapartie mit den Ansatzstellen der Ligg. cruciata bleiben immer mit dem Femur verbunden, weshalb ein Klaffen zwischen den medialen Kondylen das wichtigste Zeichen einer Ligamentverletzung ist. So konnte ich bei Durchleuchtung im Falle 35 dieses Zeichen eines Ligamentschadens beobachten und ebenso in Fall 34 und 55 einen solchen Schaden ausschliessen. Auf dem Röntgen*bilde* kann dieses Zeichen in Ausnahmefällen sichtbar sein (54 und 84, Abb. 68).

Ruptur des medialen Kollateralligamentes ist auf diese Weise am leichtesten konstatierbar. Der Schaden an den Kreuzbändern ist schwerer zu präzisieren, es ist aber doch in gewissem Ausmasse möglich, indem man unter Durchleuchtung eine eventuelle abnorme Verschiebung in seitlicher Richtung oder von vorn nach hinten analysieren kann. Die Untersuchung geschieht am besten im Zusammenhang mit der Reposition und Eingipsung der Fraktur, während der Patient narkotisiert ist.

Dass die Diagnose der Ligamentschäden Bedeutung für die Prognosestellung hat, wurde schon angedeutet. Sie wirkt auch auf die Behandlung ein, insofern als grosse Ligamentrisse eine lange Fixationszeit brauchen und vielleicht blutigen Eingriffen zu unterziehen sind (siehe S. 101). Eine Untersuchung der Kondylusbrüche ohne Prüfung der abnormen Beweglichkeit bei Durchleuchtung ist *unvollständig*.

**Kondylusfraktur, mit Fraktur eines anderen Knochens kombiniert.** Die gewöhnlichste Kombination ist gleichzeitiger

Bruch der Fibula. Er kam in der folgenden Anzahl von Fällen vor:

| A 1 | A 2 | B 1 | B 2 |
|---|---|---|---|
| 1 Fall von 28 | 5 Fälle von 19 | 10 Fälle von 24 | 4 Fälle von 5. |

Zwischen den Gruppen A 1 und B 1, die beide nur unikondyläre Frakturen enthalten, besteht ein deutlicher Unterschied in Bezug auf die Frequenz von gleichzeitigem Fibulabruch, die bei schalenförmiger Kompression des lateralen Kondylus bedeutend grösser als bei dessen spaltförmiger Absprengung ist. Dies hängt mit der Verschiedenartigkeit der Entstehungsweise zusammen, die schon beschrieben wurde. Mitunter ist der ganze Fibulakopf zertrümmert, manchmal ist nur das kleine Stück abgesprengt, das die tibiofibuläre Gelenkfläche trägt. Ein praktisches Interesse kommt diesen Fibulabrüchen nicht zu. Peroneuslähmung im Zusammenhang mit ihnen wurde nicht beobachtet.

In 2 Fällen trat gleichzeitig mit der Tibiafraktur eine Femurfraktur auf, beide Male am andern Bein (15 und 31). 2 mal fand sich auf derselben Seite wie der Tibiabruch eine Patellafraktur vor (24 und 60), und einmal entstand gleichzeitig mit einer schalenförmigen Kompression an der lateralen Tibiagelenkfläche eine Kalkaneusfraktur (62). Im letzteren Fall wurde der Patient wegen seiner Kalkaneusfraktur behandelt, und erst, als er begann, ausser Bett zu sein, merkte er, dass sein Knie geschädigt war. Gegen den Knieschaden suchte er indes erst 2 Jahre nach dem Unfall ärztliche Hilfe.

**Komplikationen.** Von Komplikationen, die in direktem Zusammenhang mit den Tibiafrakturen standen, fanden sich 4 Fälle von Embolien (27, 47, 76, 91). In 2 schweren Fällen handelte es sich um Splitterbrüche, die die ganze obere Hälfte der Tibia umfassten, und die Symptome traten in beiden Fällen im Zusammenhang mit Repositionsversuchen auf. Im Falle 47 handelte es sich sicher um eine Fettembolie, denn die Reposition, die den Anfall verursacht hatte, wurde unmittelbar nach der Aufnahme ins Krankenhaus, am selben Tage, an dem Pat. sich verletzt hatte, vorgenommen. Im Falle 91 hatte Pat. 14 Tage in einer Schiene gelegen, bevor die Reposition

vorgenommen wurde, und hier ist es wahrscheinlicher, dass ein losgerissener Venenthrombus den Anfall verursacht hatte.

Im Fall 47 wurde unmittelbar vor der Reposition Punktion des Kniegelenks vorgenommen, wobei man 100 ccm Blut erhielt, das mit nicht weniger als 10 % Fett gemischt war. Dass das blutige Punktat Fett enthält, kommt bei Kondylusbrüchen sehr häufig vor, der Fettgehalt pflegt aber nicht so hoch zu sein wie in diesem Falle. Beim Eingipsen, das unter leichtem axialem Zug am Unterschenkel geschah, bekam der Patient Stechen in der Gegend der linken Skapula und fühlte einen Druck über der Herzgegend. Die Beschwerden waren gross und hielten 2 Tage an, am 3. Tage bekam er einen Anfall von Kopfschmerzen und Schwindel, und am 9. Tage plötzlich ein starkes Gefühl von Schwere über der Brust, Lufthunger, kleinen, weichen und unregelmässigen Puls. Der Anfall ging nach 5 Stunden vorüber, wiederholte sich später nicht mehr, und Pat. wurde allmählich gesund. Ob der Anfall am 9. Tage vielleicht auf einem losgerissenen Venenthrombus oder auf Fettembolie beruhte, ist unmöglich zu entscheiden.

Im Fall 91 bekam Pat., 14 Tage nach dem Unfall, bei der Reposition der Fraktur einen Anfall von Oppressionsgefühl über der Brust, wurde blass, bekam einen raschen und schwachen, zeitweilig nicht palpablen Puls. In den nächsten 10 Stunden zwei weitere solche Anfälle, später aber keine Emboliesymptome mehr.

Im Falle 27 wurde der Patient poliklinisch behandelt, nach 3 Wochen aber ins Krankenhaus aufgenommen wegen Lungenembolie von einer Venenthrombose im verletzten Bein. Im Falle 76 auch eine Thrombose im verletzten Bein und Zeichen einer leichten Lungenembolie.

## Behandlung.

Die ins Akademische Krankenhaus aufgenommenen Patienten wurden mit Stützschiene, zirkulärem Gipsverband oder Extension behandelt. Bei leichten Schäden nur Umschläge und Bettruhe, und in 3 Fällen von altem Schaden (die Patienten hatten erst nach mehreren Monaten einen Arzt aufgesucht)

wurden nur Massage und Bewegungsübungen vorgenommen. In einem Falle machte man einen blutigen Eingriff mit Zusammennageln der auseinandergesprengten Kondylen.

| | A 1 | A 2 | B 1 | B 2 |
|---|---|---|---|---|
| Zirkulärer Gipsverband | 20 | 13 | 14 | 4 |
| Stützschiene | 5 | 5 | 3 | — |
| Extension | 1 | — | 1 | — |
| Blutige Reposition | — | 1 | — | — |
| Umschläge, Massage | 2 | — | 3 | 1 |
| Behandlung unbekannt | — | — | 3 | — |

In der Regel wurde unmittelbar nach der Aufnahme Punktion der Hämarthrose gemacht, und erforderlichenfalls später 2 bis 3mal wiederholt. Das Gelenk, wie es LEMERCIER empfiehlt, erst am 2. oder 3. Tage zu punktieren, scheint mir nicht richtig zu sein, weil das Blut dann wenigstens teilweise koaguliert sein kann. L. meint, dass man bei später Punktion nur einmal zu punktieren braucht, eine wiederholte Punktion bringt aber praktisch genommen keine Gefahren mit sich und gewährleistet sicher eine bessere Blutentleerung. Die Entleerung der Hämarthrose ist nämlich ziemlich wichtig, weil Blut und Blutkoagula mit der Zeit schädlich auf Gelenkknorpel und Synovialis einwirken. Die Menge des abgezapften Blutes war sehr verschieden, sie belief sich in einem Falle sogar auf 200 ccm. Dem Blut sind immer Fettkugeln beigemengt, einmal in so reichlicher Menge, dass das Fett 10 % des Punktates betrug.[1]

Wenn die Schwellung in den Weichteilen sehr gross war, so wartete man im allgemeinen einige Tage mit Reposition und Eingipsen und liess den Patienten einstweilen mit der Stützschiene um das Bein zu Bett liegen. Dieses Verfahren wurde vor allem bei den schweren Splitterbrüchen befolgt, wo

[1] KLING machte chemische Analysen von dem Fett, das bei traumatischen Ergüssen im Kniegelenk vorkommt, und fand dabei, dass sich bei der Zentrifugierung des Punktates zwei Fettschichten abzusetzen pflegen. Die untere enthält Palmitin, Stearin etc. und hat einen Schmelzpunkt von 66°—69°, die obere ist bei Zimmertemperatur flüssig (Schmelzpunkt —4°) und enthält Olein. Bei Frakturen soll Olein in grösserer Menge vorhanden sein.

man in der ersten Woche mit der Möglichkeit von Fettembolien zu rechnen hat. Der Gipsverband wurde im allgemeinen zirkulär um das Bein gelegt, vom Fussgelenk bis zum halben Oberschenkel, oder noch höher, mit dem Knie in leichter Flexionsstellung.

Die Fixationszeit war sehr verschieden lang, je nach der Schwere des Bruches. Die Spaltbrüche, die den lateralen Kondylus absprengen (Fall 1—16), waren im Durchschnitt 5 1/2 Wochen fixiert, die den medialen Kondylus absprengenden Spaltbrüche (22—28) kürzere Zeit, ca. 4 1/2 Wochen, was in Anbetracht der nach der allgemeinen Ansicht etwas schlechteren Prognose dieser letzteren Frakturen inkonsequent erscheint. Die Nachuntersuchung hat jedoch gezeigt, dass die Fixationszeit für diese Brüche ausreichte, weshalb die Zeit von 5 1/2 Wochen für die Absprengungen des lateralen Kondylus vielleicht etwas reduziert werden kann. 2 Fälle dieser Gruppe (9 und 14) waren zweifellos allzulange fixiert. Im Falle 22 wurde nur eine Stützschiene angewendet und schon nach 3 Wochen begann man mit aktiven und passiven Bewegungen, welche Behandlung ein so gutes Primärresultat gab, dass die Patientin schon nach 5 Wochen ohne Stock gehen konnte. Bei der Nachuntersuchung nach 8 Jahren war jedoch das Beugevermögen herabgesetzt, wahrscheinlich infolge eines auf der lateralen Gelenkfläche liegenden losen Knochenfragmentes. Dies ist der einzige nachuntersuchte Fall, der einen »freien Körper» im Gelenk zeigte. Möglich ist, dass die früh begonnene Bewegungsbehandlung die Festheilung des Knochenfragmentes verhindert hat.

Die kleineren Randabsprengungen in der Gegend der Tuberositas tract. iliotib. blieben im Durchschnitt 4 Wochen fixiert, eine Zeit, die genügen dürfte. Im Fall 21 wurde eine Fixationszeit von 3 Wochen angewendet, mit vollständig gutem Resultat, im Fall 20 war das Resultat trotz einer Fixationszeit von 6 Wochen nicht vollständig zufriedenstellend.

Bei bikondylären Spaltbrüchen und Splitterfrakturen lag die Extremität im allgemeinen erst 1 Woche in der Schiene und war dann 6 1/2 Wochen im Gipsverband fixiert, also eine Fixationszeit von zusammen 7 1/2 Wochen. Die Zeit wechselte jedoch sehr, je nach der Schwere des Bruches. Bemerkenswert

ist, dass eine so kurze Fixationsdauer wie 4 Wochen in den Fällen 39 und 40 ausgezeichnete Resultate gab. Im Fall 41 wurde eine Stützschiene angewendet und schon nach 14 Tagen mit passiven Bewegungen begonnen, welche Behandlung schon nach 6 Wochen zu einem ungewöhnlich guten Resultat führte. Eine Nachuntersuchung konnte jedoch in diesem Fall nicht gemacht werden. Allzu kurz war die Fixationszeit im Falle 44 gewesen, in dem ein Splitterbruch der beiden Gelenkflächen vorlag. Diese Patientin bekam nur eine Gipsschiene, und Massage- und Bewegungsbehandlung begannen schon nach 4 Wochen. Das Resultat war schlecht, die losgerissenen Tibiaansatzstellen der Kreuzbänder bekamen nicht genügend Zeit, um festzuheilen, und es entstand ein Schlottergelenk mit Subluxation des Unterschenkels nach vorn. In den schwersten Fällen von Splitterbruch wurde die Fixationszeit bis zu 3 Monaten ausgedehnt (Fall 47).

Die »schalenförmigen Kompressionen» an der lateralen Gelenkfläche wurden im Mittel 5,8 Wochen fixiert gehalten. Dies ist vielleicht im Vergleich zu den unikondylären Spaltbrüchen etwas zu lange, denn eine Kompressionsfraktur braucht natürlich kürzere Zeit zur Konsolidierung als die offenen Bruchspalten. Es muss jedoch genügend lange Zeit verflossen sein, bevor die Gelenkfläche belastet wird, da eine vorzeitige Belastung, wie der Fall 48 zeigt, die Gelenkfläche weiter hinunterpressen kann. In diesem Falle lag der Patient zu Hause und begann sich schon nach 14 Tagen auf das Bein zu stützen. Das Resultat war, dass die laterale Gelenkfläche in eine 2 cm tiefe, gut ausmodellierte Grube verwandelt wurde (s. Abb. 33). Im allgemeinen dürfte eine Fixationszeit von 4—5 Wochen genügen. Die quergehenden Kompressionen im Collum tibiae wurden im Durchschnitt 5 ½ Wochen in Fixation gehalten.

Die Dauer der Fixation darf nicht über das Notwendige hinauserstreckt werden, denn bei einer längeren Fixationszeit ist auch die Zeit für die Aufarbeitung der Beweglichkeit des Kniegelenks entsprechend länger. Da das Aussehen der Brüche stark variiert, verlangt die richtige Bemessung der Fixationsdauer im Einzelfalle nicht geringe Erfahrung und Geschicklichkeit. Als Richtschnur können folgende Fixationszeiten angegeben werden:

Spaltbrüche mit Absprengung des ganzen lateralen Kondylus ungefähr 5 Wochen; ist die Dislokation gering, so kann die Zeit etwas verkürzt werden. Brüche vom Aussehen wie im Falle 12 erfordern kaum eine längere Fixationsdauer als 3 bis 4 Wochen.

Spaltbrüche mit Absprengung der Tuberositas tract. iliotib. höchstens 4 Wochen.

Spaltbrüche mit Absprengung des medialen Kondylus ca. 5 Wochen.

Bikondyläre Spaltbrüche in guter Lage 7 Wochen; ist die Lage schlechter, 8—9 Wochen. Schwere Splitterbrüche 10 Wochen. Selten soll die Fixationszeit noch weiter erstreckt werden.

Schalenförmige Kompressionen an der lateralen Gelenkfläche in leichten Fällen höchstens 4 Wochen, schwerere Fälle mit Absprengung von Randfragmenten bis zu 6 Wochen.

Die quergehenden Kompressionen im Collum tibiae ohne Schaden an der Gelenkfläche brauchen keine vollständige Fixation; bei ihnen kann früh mit passiven Bewegungen begonnen werden. Ist die Gelenkfläche geschädigt, so bestimmt dieser Schaden die Länge der Fixationszeit.

Sind grosse Ligamentrupturen zu konstatieren, so soll die Fixationszeit niemals weniger als 10 Wochen betragen.

Kontinuierliche Extensionsbehandlung kam nur in 2 Fällen vor (8 und 60), im Fall Nr. 8 mit gutem Primärresultat, im Fall Nr. 60 mit unbekanntem Resultat. Eine solche Behandlung wurde auch von Séver mit gutem Endresultat angewendet (siehe S. 94). Diese Behandlungsform halte ich indes für ausgeschlossen, sobald Ligamentzerreissungen zu konstatieren sind. Eine permanente Extension kann zweifellos totale Rupturen auseinanderziehen oder partielle in totale verwandeln. Sie entfernt auch, wenn Ligamentrupturen vorhanden sind, die Knorpelflächen der Tibia und des Femurs voneinander, wodurch ein schädlicher Raum entsteht, wo sich Blut ansammelt und ein Pannus einwächst, der allmählich die Knorpelflächen zerstört.

*Die Reposition der Spaltbrüche:* Die leichten Fälle, bei welchen nur vertikale Fissuren oder Absprengungen ohne Dislokation bestehen, brauchen nur in einem geeigneten Stützverband

fixiert zu werden, der die vorteilhafte Lage schützt und beibehält.

Spaltbrüche mit bedeutender Dislokation sollen vor der Fixation reponiert werden, wobei man zwischen unblutiger oder blutiger Reposition zu wählen hat, die letztere behufs einer Form von Osteosynthese. Der Hauptzweck der Reposition ist, die Gelenkflächen in grösstmöglichem Masse wiederherzustellen; da das Charakteristische für die Spaltbrüche eine Auseinandersprengung des Knochens ist, so besteht die Reposition demzufolge in einer Zusammendrückung der Fragmente von den Seiten, während man gleichzeitig eine Valgus- oder Varusstellung korrigiert oder eine eventuelle Verkürzung durch Zug in der Längsrichtung des Beines behebt.

Die unblutige Reposition muss durch eine mechanische Vorrichtung behoben werden, da die direkte Kraft der Hand nicht ausreicht, um die Fragmente in die richtige Lage zu pressen. König riet, zu diesem Zweck die Kondylen mit einer Art Osteoklast vor der Eingipsung zusammenzupressen; Klapp bedient sich eines »Quengels», der aus zwei kleinen Gipsschienen auf jeder Seite vom Knie besteht, die mit einer federnden Vorrichtung zusammengespannt sind. Klapps Methode will die Tibia während der ganzen Behandlungszeit einem Druck in seitlicher Richtung aussetzen, während der Unterschenkel gleichzeitig durch Extension gestreckt wird. Ich bediente mich in einigen Fällen einer durch Stille erhältlichen Zwingenschraube, um eine Dislokation der Kondylen zu reponieren. Diese Zwingenschraube ist sehr praktisch, weil die Schraubung durch Umdrehen des Apparatgriffes geschieht, und weil die Schenkel der Zwinge so konstruiert sind, dass sie mit eingegipst und nach dem Erstarren des Gipses herausgezogen werden können (vgl. Abb. 16—17 und 26—27).

Die Reponierung geht so vor sich, dass die Schenkel der Zwinge, nachdem die Gabel in der gewünschten Richtung quer über den Tibiakopf gelegt ist, mit der Schraube im Griff des Apparates zusammengeschraubt werden. Dies geschieht mit der einen Hand, während man mit dem anderen Arm den Unterschenkel umfasst, um eine event. Valgus- oder Varusstellung zu reponieren. Man bekommt auf diese Weise den Unterschenkel vollständig in seinen Griff und kann zu gleicher Zeit

die Fragmente ununterbrochen mit immer stärkerem Druck zusammenschrauben. Wenn die Lage zufriedenstellend ist, gipst man das Bein ein, während der Schraubapparat weiter um die Tibia festsitzt. Wenn der Gips erstarrt ist, schraubt man die Schenkel der Zwingenschraube etwas auseinander, worauf sie sich leicht aus dem Gipsverband herausziehen lassen. Beim Anlegen des Apparates muss man natürlich auf den Nervus peroneus in seinem Verlauf rund um den Fibulahals Rücksicht nehmen, damit keine Peroneuslähmung entsteht.

Ich habe es vorteilhaft gefunden, nach einiger Zeit eine neue Reposition zu machen, wenn man mit der Lage nicht ganz zufrieden ist. Es ist mir auf diese Weise noch nach 4 Wochen gelungen, eine bikondyläre Spaltfraktur in gute Lage zu bringen.

Die Bruchspalte vollständig zusammenzudrücken, gelingt nicht mit der unblutigen Methode, weil sich oft Knochensplitter, Blutkoagula und Weichteile dazwischenlegen. Eine exakt anatomische Reposition ist indes nicht erforderlich; das funktionelle Resultat wird gut, auch wenn die Gelenkfläche nicht vollständig wiederhergestellt wird.

Die soeben geschilderte unblutige Repositionsmethode gibt in vielen Fällen von Spaltbruch, vor allem bei Absprengung des lateralen Kondylus, hinreichend gute Resultate. Bei Absprengung des medialen Kondylus oder beider Kondylen kann man in seltenen Fällen gezwungen sein, die Lage operativ wiederherzustellen und die Fragmente durch Osteosynthese zu vereinen.

In meinem Material findet sich nur 1 Fall von Osteosynthese (Nr. 29), die an einem bikondylären Spaltbruch vorgenommen wurde. Nach breiter Eröffnung des Gelenks wurde dieses von Blutkoagula gereinigt, die Fragmente wurden in ihre Lage gebracht und die Kondylen durch einen Nagel in der Frontalebene ca. 3 cm unter dem Gelenk vereint. Die nachfolgende Röntgenuntersuchung zeigte, dass die Lage in zufriedenstellender Weise wiederhergestellt war (Abb. 24—25).

Bei der Ausführung von Osteosynthesen ist es wichtig, den Schnitt so zu legen, dass die Gelenkfläche für die Inspektion völlig frei liegt. Die Wiederherstellung der Gelenkfläche ist nämlich das Wichtigste, und man muss davon überzeugt

sein, dass der Eingriff hierbei zu dem gewünschten Effekt führt. Durch genügende Freilegung des Gelenks schafft man sich Zugang, um Blutkoagula, Knochensplitter und ähnl. Körper, die die Reposition verhindern oder auf den Nachverlauf einwirken könnten, zu entfernen. Die Osteosynthese selbst wird im allgemeinen mit Nagel oder Schraube ausgeführt, wird aber durch die ziemlich bröcklige Spongiosa des Tibiakopfes erschwert. Nach der Operation wird ein zirkulärer Gipsverband bei leichter Beugestellung des Knies angelegt.

Ich will sonst nicht auf die allgemeinen Vor- und Nachteile der Osteosynthese eingehen, sondern verweise diesbezüglich auf Soupaults Arbeit »L'ostéosynthèse dans les fractures fermées et récentes du genou», in der sowohl eine allgemeine Übersicht über die Osteosynthese als auch eine Beschreibung über ihre besondere Anwendung bei Kniegelenksfrakturen zu finden ist. Soupault gründet seine Darstellung auf die relativ reiche Erfahrung der französischen Chirurgie über solche Eingriffe, die in Lambotte, Alglave, Brocq u. a. eifrige Verfechter gefunden haben. Brocq und Panis haben sogar eine besondere Technik für Osteosynthese der Tibiakondylusbrüche ausgearbeitet; sie sind nämlich überzeugte Anhänger der blutigen Behandlungsmethode (»Nous n'hésitons pas à affirmer que le traitement opératoire est le traitement de choix»).

Meiner eigenen Ansicht nach soll man — vorausgesetzt, dass der Allgemeinzustand des Patienten kein Hindernis in den Weg legt — nicht zögern, in geeigneten Fällen zur Osteosynthese zu greifen, wenn die unblutige Reposition, die stets zuerst zu versuchen ist, nicht zum gewünschten Resultat führt. Zu bemerken ist indes, dass man *nicht* eine anatomisch korrekte Wiederherstellung der Lage zu fordern braucht, da, wie meine Nachuntersuchungen zeigen, das endgültige funktionelle Resultat gut werden kann, auch wenn ein recht bedeutender Defekt in der Tibiagelenkfläche besteht; eventuell zurückbleibende Beschwerden stammen oft von einem Schaden im Ligamentapparat. Dies beschränkt in wesentlichem Grade die Anwendung der Osteosynthese.

Eine genaue Reposition *beschleunigt* jedoch sicherlich die Wiederherstellung des Gelenks zu funktionstauglicher Ver-

fassung, wonach man vermuten kann, dass die Osteosynthese den Nachverlauf abkürzt. Mein Material erlaubt indes in diesem Punkt keinen Vergleich zwischen blutiger und unblutiger Behandlung, weil nur ein Fall operiert wurde. Nach den einzelnen Fällen, die ich publiziert fand, scheint mir jedoch der Nachverlauf, oder jedenfalls die Fixationszeit, kürzer gewesen zu sein als nach unblutiger Behandlung.

*Die Reposition der Kompressionsbrüche.* Die Kompressionsbrüche bieten Repositionsversuchen nicht so leichten Zugang wie die Spaltbrüche, und eine Reposition ist nur bei Kompressionen des lateralen Kondylus mit Hinabpressung der lateralen Gelenkfläche denkbar und wünschenswert. Die quergehenden Kompressionen unterhalb von der Gelenkfläche der Tibia lassen sich nicht korrigieren und sind übrigens von geringerer Bedeutung für die Funktion der Gelenke.

Bei den schalenförmigen Kompressionen kann man durch eine unblutige Behandlungsmethode nur die abnorme Valgusstellung richtigstellen; die Deformierung der Gelenkfläche ist dagegen nicht zu verbessern und bleibt definitiv bestehen. Es scheint unter solchen Umständen, als ob die Reposition der Valgusstellung ziemlich unnötig wäre, da die Fehlstellung wiederkehrt, sobald das Bein belastet wird. Möglich ist jedoch, dass eine Korrigierung Bedeutung für den Ligamentapparat hat, der während der Fixationszeit wieder in der richtigen Lage festheilen kann. Ich denke dabei besonders an das mediale Kollateralligament, das mitunter von seiner Femuransatzstelle abgerissen wird. Wenn es für das Ligament ermöglicht wird, an seinem Platz festzuheilen, so wird seine Stärke und Spannung natürlich besser, was für die künftige Funktion von Bedeutung sein kann. Dasselbe gilt auch für andere Ligament- und Kapselrisse.

Auch für die schalenförmigen Kompressionen ist eine blutige, auf ein direktes Hinaufheben und Unterstützung der lateralen Gelenkfläche zielende Behandlungsmethode denkbar. Eine solche Operation kommt in meinem Material nicht vor, ich fand sie aber in der Literatur als ausgeführt beschrieben, freilich nur bei zwei Fällen, einem von Dehelly, dem anderen von Cubbins, Conley und Seiffert. Bisher besitzen

wir also keine ausreichenden Erfahrungen über diesen Eingriff, die Frage ist aber von Bedeutung und mag hier erörtert werden.

Dehelly beschreibt seinen Fall folgendermassen:

»Un de mes clients, agé de 35 ans, faisait une chute malencontreuse à la campagne en sautant d'une petite voiture . . . La radiographie faite le lendemain me montrait que . . . le plateau tibial dans sa partie externe était effondré et restait très éloigné du condyle externe du fémur. Dans ces conditions, il était évident que l'abduction se reproduirait et que j'aurais un porte-à-faux dans l'articulation du genou.

Je décidai donc d'intervenir, et huit jours après l'accident, sous anesthésie rachidienne, je pratiquai l'intervention suivante: incision en demi-U sur le coté externe du genou. Ouverture de l'articulation du genou et du foyer de fracture: on enlève un fragment de la tête du péroné rejeté au dehors, puis on constate que la partie externe du plateau tibial n'est pas déplacée mais écrasée, qu'il n'en subsiste que des débris sous le cartilage décollé ou déchiré; on ne pouvait qu'enlever les débris d'os, mais il était impossible de reconstituer avec eux l'épiphyse tibiale. Je décidai alors de prélever sur la face du tibia un greffon ostéopériosté et de le glisser sous le cartilage pour le soutenir. Je suturai le cartilage déchiré par deux points seulement au cartilage de la moitié interne, et je plaçai sous lui d'abord un greffon épais de 3 millimètres environ, large de 3 centimètres et long de 5 centimètres, puis devant son insuffisance j'en plaçai un second identique, j'enfoncai ces deux coins dans le tissu épiphysaire resté sain, d'un léger coup de maillet, et je reconstituai ainsi tant bien que mal mon épiphyse. L'articulation fut débarrassée des débris de caillots ou d'os et refermée soigneusement etc . . . Au bout de deux mois, je . . . permettai massage et mobilisation des articulations tout en maintenant le blessé au lit jusqu'à la fin du troisième mois . . . Le blessé s'appuie sur le membre sans douleur et ne se plaint d'aucune douleur spontanée. Il marche, va et vient etc. . . . Le membre est bien dans l'axe.«

Die beigefügten Röntgenbilder sind leider so schlecht, dass man weder vom Aussehen des Bruches vor noch von dem nach der Operation einen Begriff bekommt.

Cubbins, Conley und Seiffert beschreiben gleichfalls einen Versuch zur blutigen Reposition einer Kompression der lateralen Gelenkfläche. »We found a pulpified mass of bone and fat. With the cartilage fragmented, we made a substructure to support the cartilage with chips of bone taken from the anterior surface of the same tibia.» Das Resultat war ziemlich gut, obgleich abnorme seitliche Beweglichkeit von 5° zurückblieb. Diese wäre nach Ansicht der Verfasser zu verhindern gewesen, wenn sie den lateralen Meniskus nicht exstirpiert hätten. Die seitliche Beweglichkeit kann jedoch ebensogut auf einem Schaden am Ligamentapparat beruht haben, der sich auch nach der Wiederherstellung der lateralen Gelenkfläche geltend machte.

Die Frage, ob man durch blutige Reposition der Kompressionsbrüche am lateralen Kondylus etwas gewinnen kann, muss der Zukunft vorbehalten bleiben. Meine Nachuntersuchungen zeigen indes, dass die Prognose der schweren Kompressionsbrüche schlechter ist als die der unikondylären Spaltbrüche, weshalb ein blutiger Eingriff bei den ersteren von diesem Gesichtspunkte berechtigter ist als bei den letzteren. Tiefe Depressionen der Gelenkfläche, wie sie in den Fällen 48, 49 und 50 vorliegen, lassen so langwierige und grosse Beschwerden zurück, dass es wohl berechtigt ist, nach verbesserten Behandlungsmethoden zu suchen. Eine andere Repositionsmethode als die blutige ist aber in diesen Fällen kaum denkbar, die Frage ist also nur, wie der Eingriff ausgeführt werden soll.

Statt der von den eben zitierten Verfassern beschriebenen Methode mit Einlegung eines Knochentransplantates unter den reponierten Gelenkknorpel habe ich eine Plombierung des Tibiakondylus mit Gipsbrei in Erwägung gezogen. Prof. Nyström hat nach Oehlecker eine alte Methode der Plombierung chronisch entzündlicher Höhlen im Knochensystem wieder aufgegriffen und modifiziert. Er füllt die Höhlen nach Ausmeisselung mit Gips, den er mit Rivanol zu mischen pflegt. Die Absicht ist, dass sich ein Aufbau der Spongiosa vollziehen soll, während der Gips in den nächsten Monaten resorbiert wird. Es ist nicht undenkbar, dass dieser Gipsbrei sich dazu eignet, die Höhle im Tibiakondylus auszufüllen, die entsteht,

wenn man den hinuntergedrückten Gelenkknorpel reponiert. Man kann erwarten, dass ein Aufbau der Spongiosastruktur im Kondylus stattfindet, während der Gips in den nächsten Monaten resorbiert wird. In Bezug auf die Kondylusbrüche muss das Verfahren noch erprobt werden.

### Resultate der Nachuntersuchung.

Im ganzen wurden 35 Patienten mit Kondylusbruch nachuntersucht, 30 von ihnen habe ich selbst untersucht und war dabei in der Lage, gleichzeitig Röntgenaufnahmen des Kniegelenks zu machen. Durch Brief oder andere Nachrichten bekam ich sichere Aufschlüsse über 5 Patienten.

Von den unikondylären Spaltbrüchen waren 14 anzutreffen; im Durchschnitt waren 5 ½ Jahre zwischen dem Unfall und der Nachuntersuchung verflossen. Von den bikondylären Spaltbrüchen und den Splitterbrüchen waren 10 erreichbar, mit einem durchschnittlichen Intervall von 6 Jahren zwischen Entlassung und Nachuntersuchung. Von den »schalenförmigen Kompressionen» wurden 9 nach durchschnittlich 4 Jahren untersucht, von quergehenden Kompressionen 2.

Ich hielt es für wichtig, dass lange Zeit zwischen dem Eintreffen des Schadens und der Nachuntersuchung verflossen sei, weil das funktionelle Resultat dann sicherer beurteilt werden kann. Es zeigte sich auch, dass die Besserung in vielen Fällen sehr langsam fortschreitet, und dass einige Patienten noch 3—4 Jahre nach dem Auftreten des Schadens eine Besserung in der Funktion des Gelenks beobachten können. Auch für die Beurteilung der »deformierenden Arthritis», die sich nach manchen Verfassern oft zu diesen Gelenkschäden gesellt, ist es von Bedeutung, dass lange Zeit verflossen ist. Eine Nachuntersuchung mehrerer Fälle, die diese Forderung erfüllen, habe ich in der Literatur nicht finden können.

Das Hauptgewicht legte ich bei der Nachuntersuchung auf die von den Patienten gegebene Schilderung über den Verlauf nach der Entlassung und die Beschwerden, die sie bei der täglichen Arbeit durch ihre Schäden haben. Die Resultate hierbei kurz zusammenzufassen, ist wegen des stark wechseln-

den Grades der Schäden und der verschiedenen Lebensumstände der Patienten unmöglich, weshalb ich diesbezüglich auf die Krankengeschichten verweisen muss.

Man muss sagen, dass die Prognose bei diesen Tibiakondylusbrüchen im allgemeinen allzu pessimistisch gestellt wurde und noch gestellt wird. Dies dürfte aus früheren Zeiten überkommen sein, wo nur die sehr schweren Frakturen diagnostiziert wurden. Die Röntgenuntersuchung ermöglicht es nunmehr, auch die mittelschweren und leichten Fälle, die an und für sich eine bessere Prognose haben, sicher zu entdecken; sie verbessert auch die Kontrolle der Repositionsresultate und kann dadurch direkt auf den Effekt der konservativen Behandlung einwirken.

Früher galt sogar die Prognose quoad vitam für schlecht. So ergaben sich in Heydenreichs Material (nach Ricard) unter 20 Fällen 10 Todesfälle und 3 Amputationen, und die Prognose quoad functionem bezeichnete man als pessima. 1916 sagt Moreau in seinem Bericht an la Société de chirurgie, Paris, dass er in 2 Fällen nach Tibiakondylusbrüchen ein gutes funktionelles Resultat konstatiert habe, man war aber der Ansicht, dass seine Angabe der allgemeinen Erfahrung widerstreite. Seit dieser Zeit haben indes mehrere Verfasser die Erreichbarkeit guter Resultate sowohl nach konservativer wie nach operativer Behandlung bezeugt, wobei diejenigen, die sich der operativen Behandlungsmethode bedienten, das Verdienst der Osteosynthese zuschreiben wollten.

Für die Beurteilung des Nutzens der Osteosynthese ist es wichtig, die Endresultate der konservativen Behandlungsmethoden zu kennen. Diese wurden aber oft unterschätzt.

Ausser Moreau teilten Blake (1913), Sever (1922), Crillovich (1927), Moutier (1927), Borghi (1928) u. a. glückliche Resultate konservativer Behandlung mit. Sever und Borghi stützen sich dabei auf einige nach so langer Zeit nachuntersuchte Fälle, dass die Endresultate als zuverlässig anzusehen sind.

Sever schreibt folgendes: »The cases followed show very god ultimate function. The treatment has been non-operative; generally long fixation in extension, followed by massage and baking, and passive and active motion . .'. The operation

should be reserved for those cases which do not obtain full and free extension of the knee-joint, combined with pain and disability.» Borghi findet, dass die leichten Brüche anatomisch und funktionell gut heilen. Die grösseren unikondylären und die bikondylären Brüche hinterlassen oft gewisse Folgen, wie Anschwellung des Gelenks, Varus- oder Valgusstellung, eine gewisse Einschränkung der Flexion, abnorme seitliche Beweglichkeit etc. »Ces faits sont importants . . . pour l'évaluation du degré d'incapacité permanente, qui doit être faite à longue échéance du traumatisme, les séquelles étant lentes à s'amender, mais pouvant être sujettes à des améliorations tardives et imprévues.» Seine Ansichten über die Behandlung sind folglich: . . . »que l'intervention sanglante, dont les résultats anatomiques immédiats sont souvent excellents, mais dont les résultats fonctionnels ne sont pas supérieurs à ceux de la méthode orthopédique, doit être réservée à certains cas d'indication nette: fractures à gros déplacement, fractures de l'épine tibiale avec corps étranger libre intra-articulaire.»

Desgouttes und Ricard publizierten kürzlich 4 konservativ behandelte Fälle mit so ausgezeichneten Resultaten, dass sie veranlasst wurden, von ihrer früheren Ansicht über die Notwendigkeit der Osteosynthese bei Tibiakondylusbrüchen abzugehen.

Ich habe die nachuntersuchten Fälle in 3 Gruppen eingeteilt, je nach den funktionellen Endresultaten[1]:

| | A 1 | A 2 | B 1 | B 2 |
|---|---|---|---|---|
| Gut . . . . . | 11 | 6 | 5 | 2 |
| Ziemlich gut . . . . | 3 | 2 | 3 | — |
| Schlecht . . . . . | — | 2 | 1 | — |

Die Patienten der ersten Gruppe sind vollständig wiederhergestellt oder haben sehr geringe, bedeutungslose Beschwerden. In der zweiten Gruppe sind die Patienten zu finden, die ungehindert ihrer täglichen Arbeit nachgehen können, aber bei grösseren Anstrengungen eine gewisse Insuffizienz in ihrem

[1] Zur Gruppe »gute Resultate» habe ich die Fälle 1, 2, 5, 8, 9, 10, 14, 21, 22, 25, 28, 29, 37, 39, 40, 43, 45, 51, 57, 58, 61, 64, 73, 74, zur Gruppe »ziemlich gut» die Fälle 20, 23, 24, 31, 32, 48, 50, 65 und zur Gruppe »schlechte Resultate» 36, 44, 49 gezählt.

geschädigten Kniegelenk haben. Die dritte Gruppe bilden die Patienten, die in grösserem oder geringerem Grade invalid sind.

In der Gruppe A 1 verteilen sich die Fälle folgendermassen:

| | Absprengung des lateralen Kondylus | Absprengung des medialen Kondylus | Absprengung der Tuberositas tract. iliotib. |
|---|---|---|---|
| Gut . . . . . | 7 | 3 | 1 |
| Ziemlich gut . | 0 | 2 | 1 |

Hieraus geht hervor, dass alle nachuntersuchten Fälle von Spaltbruch mit Absprengung des lateralen Kondylus mit einem guten funktionellen Endresultat ausheilten, während das Resultat bei der Absprengung des medialen Kondylus als etwas schlechter, obgleich nicht als besonders schlecht zu bezeichnen ist. Von den 2 Fällen mit ziemlich gutem Resultat war nämlich bei dem einen (24) zwischen der Entstehung des Schadens und der Nachuntersuchung nur $^1/_2$ Jahr verflossen; die Besserung wird in diesem Falle wahrscheinlich noch fortschreiten. Der zweite Fall (23) zeigt eine recht bedeutende Funktionsbehinderung, Pat. gibt aber merkwürdigerweise an, noch nach 4 Jahren eine fortschreitende Besserung zu bemerken. Einige Verfasser (Lecène, Leriche, Noutier) geben indes an, dass die Prognose der unikondylären, den medialen Kondylus absprengenden Spaltbrüche etwas schlechter ist, als die Absprengungen des lateralen Kondylus.

Die Ursache dafür, dass bei einer Absprengung des medialen Kondylus schlechtere Endresultate erreicht werden, hat man in dem Umstande gesucht, dass die Belastung zum grösseren Teil von diesem Kondylus getragen wird. Eine gleich grosse Rolle spielt sicher der Umstand, dass bei einer Absprengung des medialen Kondylus auch die laterale Gelenkfläche geschädigt ist, da die Bruchspalte in der Regel von der lateralen Gelenkfläche ausgeht. Diese beiden Schäden zusammen bilden eine ernstere Schädigung des Gelenks als diejenige, die bei unikondylärem Spaltbruch am lateralen Kondylus entsteht, da im letzteren Falle der mediale Kondylus und seine Gelenkfläche in den meisten Fällen vollkommen ungeschädigt sind.

Bei den bikondylären Spaltbrüchen und Splitterbrüchen

Abb. 40. Fall 2. 11 cm lange vertikale Bruchspalte, die den lateralen Kondylus absprengt. Die Spongiosa in der lateralen Hälfte der Eminentia von dem lateralen Femurkondylus komprimiert.

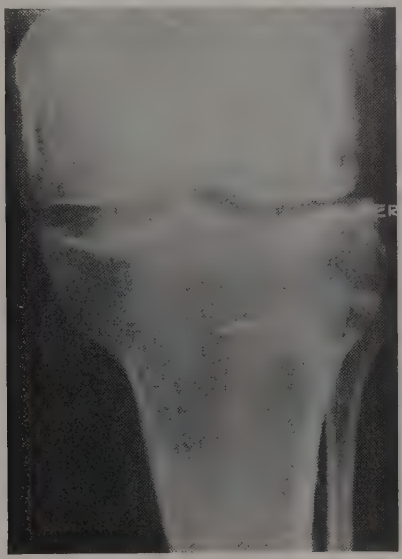


Abb. 41. Fall 2. Derselbe Bruch wie in der Abb. 40 nach 6 Jahren. Die Funktion ist vollständig wiederhergestellt.

Abb. 42. Fall 9. Spaltbruch mit Absprengung des grösseren Teiles des lateralen Kondylus. Mässige Kompression der Spongiosa in der lateralen Partie der Eminentia.

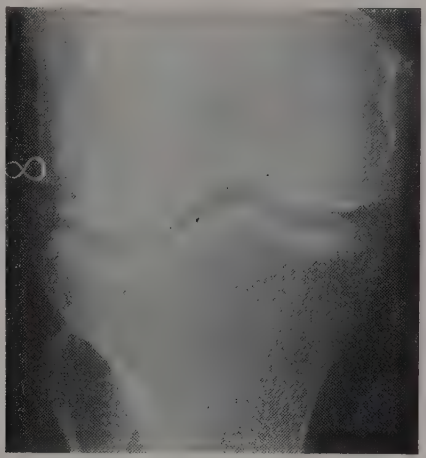


Abb. 43. Fall 9. Derselbe Bruch wie in der Abb. 42, 8 Jahre nach dem Unfall. Die Funktion des Gelenks ist gut wiederhergestellt.

Abb. 44. Fall 1. Vertikaler Spaltbruch mit Absprengung des lateralen Kondylus. Das Aussehen des Kniegelenkes nach 15 Jahren. Die Funktion ist vollständig wiederhergestellt.

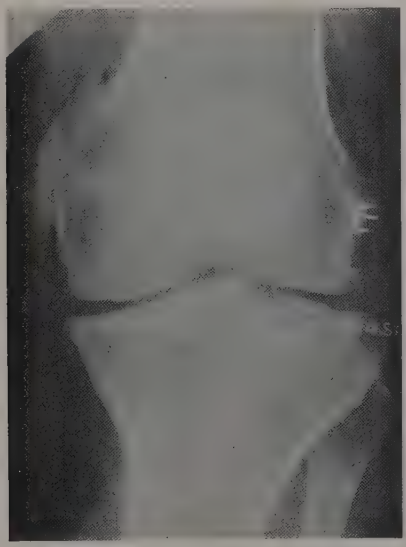


Abb. 45. Fall 22. Spaltfraktur mit Absprengung des medialen Kondylus. Das Aussehen nach 8 Jahren. Beugung 90°, sonst ist die Funktion vollständig wiederhergestellt. — Ein nussgrosses, anscheinend freies Knochenstück liegt in einer Grube in der lateralen Gelenkfläche. Eine dicke Knochenneubildung (Stiedas »Schatten«) auf dem medialen Femurepikondylus.

Abb. 46. Fall 23. Spaltfraktur mit Abtrennung des medialen Kondylus. Das Aussehen des Kniegelenks nach 4 Jahren. Die Funktion ist nach dieser Zeit noch nicht wiederhergestellt.

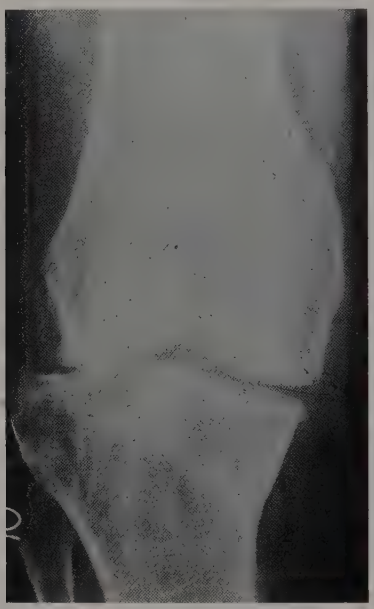


Abb. 47. Fall 29. Derselbe Bruch wie in den Abb. 24—25 nach 4 Jahren. Die Funktion ist gut wiederhergestellt. Eine Knochenauflagerung vom medialen Femurepikondylus nach oben längs der Diaphyse.

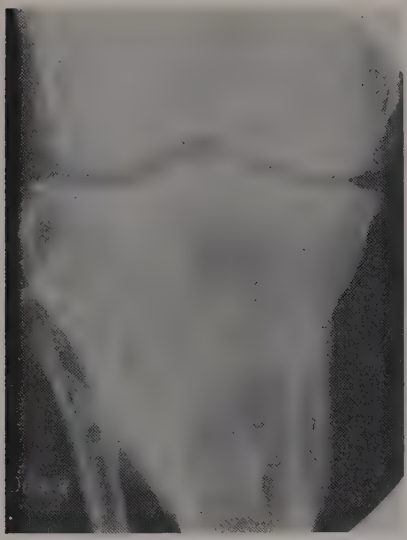


Abb. 48. Fall 36. Bikondyläre Spaltfraktur 5 Jahre nach dem Unfall. Der Patient ist invalid infolge bedeutender Schlottrigkeit des Gelenks.

Abb. 49. Fall 37. Bikondyläre Spaltfraktur 2 Jahre nach dem Unfall. Die Patientin ist vollständig wiederhergestellt. (Das Röntgenbild hat beinahe dasselbe Aussehen wie im Falle 36, Abb. 48, wo der Pat. aber invalid ist).

Abb. 50. Fall 39. Bikondylärer Spaltbruch 7 Jahre nach dem Unfall. Der Patient ist vollständig wiederhergestellt.

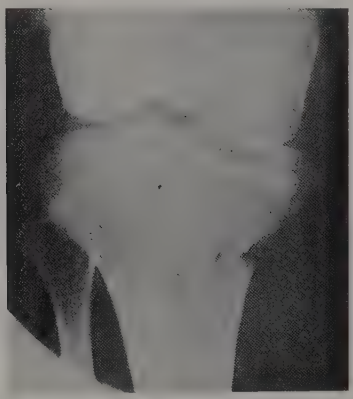


Abb. 51. Fall 43. Splitterbruch, am schwersten an dem medialen Kondylus, der in zwei Fragmente zersplittert ist.

Abb. 52. Fall 43. Derselbe Bruch wie in der Abb. 51, von der Seite gesehen.

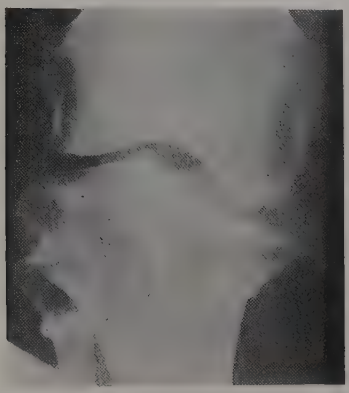


Abb. 53. Fall 43. Derselbe Bruch wie in den Abb. 51—52, 14 Jahre nach dem Unfall. Die Funktion ist gut wiederhergestellt. (Man beachte die dicke Knochenauflagerung an der Unterseite des medialen Femurkondylus, siehe auch Abb. 54).

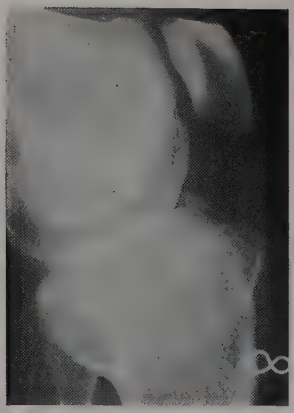


Abb. 54. Fall 43. Derselbe Bruch wie in den Abb. 51—53 nach 14 Jahren.

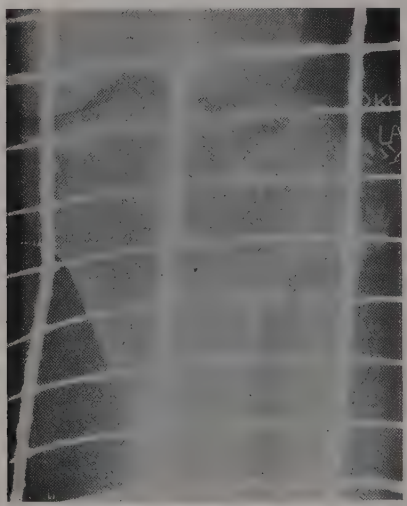


Abb. 55. Fall 45. Splitterbruch durch das Kollum und den oberen Teil der Tibiadiaphyse sowie Zersplitterung des lateralen Kondylus in mehrere Fragmente.

Abb. 56. Fall 45. Derselbe Bruch wie in der Abb. 55, 4 Jahre nach dem Unfall. Die Funktion ist gut wiederhergestellt.

Abb. 57. Fall 44. Splitterbruch nach 8 Jahren. Die Pat. ist invalid infolge Schlottrigkeit des Gelenks und Subluxationsstellung des Unterschenkels nach vorn (s. Abb. 58).

Abb. 58. Fall 44. Derselbe Bruch wie in der Abb. 57 nach 8 Jahren. Seitenbild. Die Subluxation des Unterschenkels nach vorn tritt deutlich hervor. Die Ansatzstellen der Ligg. cruc. sind noch locker.

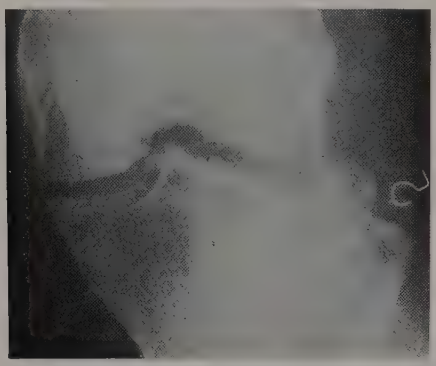


Abb. 59. Fall 58. Kompressionsbruch mit schalenförmiger Eindrückung der lateralen Gelenkfläche. Fibulafraktur.

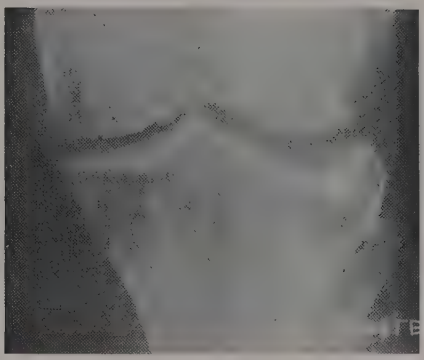


Abb. 60. Fall 58. Derselbe Kompressionsbruch wie in der Abb. 59. 4 Jahre nach dem Unfall. Die Randpartie bildet noch immer einen Wall um die Grube in der Gelenkfläche. Die Funktion ist gut wiederhergestellt.

Abb. 61. Fall 57. Drei Monate alter Bruch mit flacher Hinabpressung der lateralen Gelenkfläche. Die Randpartie des Kondylus ist in Form eines Walles erhalten.

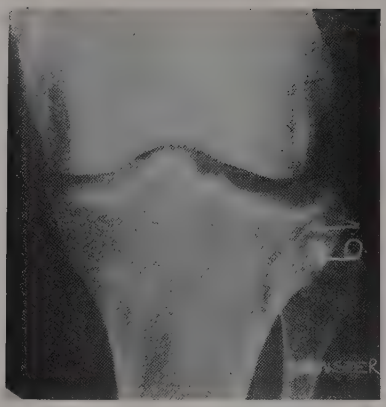


Abb. 62. Fall 57. Derselbe Bruch wie in der Abb. 61 nach 6 Jahren. Die Funktion ist gut wiederhergestellt.

Abb. 63. Fall 65. Kompressionsfraktur mit Hinabpressung der lateralen Gelenkfläche, 6 Monate nach dem Unfall aufgenommen. Am medialen Femurepikondylus ein Stiedascher »Schatten».

Abb. 64. Fall 50. »Schalenförmige Kompression« des lateralen Kondylus mit einem abgesprengten Randfragmente. Die Aufnahme ist 6 Jahre nach dem Unfall gemacht. Die Funktion ist ziemlich gut wiederhergestellt.

Abb. 65. Fall 82. Ein Stiedascher »Schatten« am medialen Femurepikondylus und eine kleine Eindrückung eines Teils der lateralen Gelenkfläche.

sind die Resultate schlechter, was natürlich ist; über die Hälfte dieser schweren Frakturen ist jedoch mit gutem Endresultat geheilt, darunter so schwere Brüche wie die der Fälle 29, 37, 43 und 45. In zwei Fällen ist das Resultat als ziemlich gut bezeichnet (31 und 32). Fall 31 war indes mit einer komplizierten Femurkondylusfraktur am anderen Knie kombiniert, weshalb das Endresultat schwer zu beurteilen ist; es wäre sicherlich besser geworden, wenn es sich nur um eine Tibiafraktur gehandelt hätte. Jedenfalls ist das Heilungsresultat der letzteren besser als das der Femurfraktur. Bei Nachuntersuchung des Falles 32 waren nur 1 ½ Jahre nach Entstehung des Schadens verflossen, die Funktion ist durch abnorme Abduktion gestört, wird sich aber sicherlich weiter bessern.

2 Pat. dieser Gruppe (36 und 44) sind als invalid bezeichnet; diese beiden Patienten haben noch 3 Jahre resp. 8 Jahre nach dem Unfall starke Beschwerden durch das geschädigte Gelenk, Beschwerden, die als dauernd bezeichnet werden müssen und in dem einen Falle sogar progredient sind.

Im Falle 36 lag eine bikondyläre Spaltfraktur vor, die bei der Nachuntersuchung nach 3 Jahren in guter Lage mit guter Wiederbildung der Gelenkflächen der Tibia geheilt war (Abb. 48). Beugung und Streckung des Kniegelenks waren vollständig und verursachten keine Schmerzen, es bestand aber abnorme seitliche Beweglichkeit, die dem Patienten grosse Beschwerden machte und ihn zur Verwendung einer mit Gelenk versehenen Stützschiene um das Knie zwang. Er bezieht aus diesem Grunde eine Invaliditätsrente von 40 %. Im Falle 44 lag eine Splitterfraktur vor, die die beiden Gelenkflächen der Tibia in Mitleidenschaft zog, und eine bedeutende, in der letzten Zeit zunehmende Invalidität mitsichbrachte. Auch in diesem Falle wurden die Beschwerden durch abnorme Beweglichkeit des Gelenks veranlasst. Der abgesprengte laterale Kondylus war in guter Lage festgeheilt, die Tibiaansatzstellen der Ligg. cruciata waren aber noch locker, was die abnorme Beweglichkeit und die Subluxationsstellung des Unterschenkels erklärt (Abb. 57—58).

Von den »schalenförmigen Kompressionen» sind 9 Fälle nachuntersucht; über die Hälfte von ihnen ist vollständig wiederhergestellt. In einem Falle (49) lag eine bedeutende

Invalidität vor. Diese Patientin wurde allerdings schon 1 Jahr und 7 Monate nach dem Unfall nachuntersucht, und sie merkte immer noch eine fortschreitende Besserung; ihre Beschwerden sind aber so gross, dass sie höchstwahrscheinlich invalid bleiben wird. Die Hinabdrückung der lateralen Gelenkfläche war in diesem Falle sehr tief, und die Fraktur die schwerste von allen »schalenförmigen Kompressionen». Bei der Nachuntersuchung zeigte der Unterschenkel ein abnormes Hyperabduktionsvermögen von 20°, darauf beruhend, dass der Femurkondylus in die Vertiefung der Tibiagelenkfläche hinuntersank, und diese mangelhafte Festigkeit im Gelenk war die Ursache ihrer Beschwerden (Abb. 35—38).

Von den 3 Fällen mit »ziemlich guter» Funktion wurde einer nach zu kurzer Zeit, $^1/_2$ Jahr, nachuntersucht; wahrscheinlich wird sich die Funktion hier noch weiter bessern (65). Patientin Nr. 48 hat noch nach 8 Jahren recht starke Beschwerden. Auch in diesem Falle ist die Grube in der lateralen Gelenkfläche sehr tief (2 cm) (Abb. 33). Die Ursache der noch vorhandenen Beschwerden ist zum Teil in den nachteiligen Folgen einer vorzeitigen Belastung des Beines zu suchen. Fall 50 zeigt eine 1—2 cm tiefe Grube in der lateralen Gelenkfläche und abnormes Hyperabduktionsvermögen.

Wenn die Hinabpressung der lateralen Gelenkfläche tief ist, hinterlassen diese Brüche also beträchtliche Funktionsstörungen in Form von mangelhafter Festigkeit im Gelenk (abnorme Hyperabduktion). Diese Schlottrigkeit im Gelenk braucht, zum Unterschiede von den früher erwähnten beiden Fällen von Invalidität nach Spaltbrüchen, nicht von Ligamentabreissungen verursacht zu sein. Eine pathologische Valgusstellung kommt nach allen Fällen von Hinabpressung der lateralen Gelenkfläche vor; abnorme seitliche Beweglichkeit ist indes nicht immer nachweisbar, was darauf beruhen muss, dass sich der Ligamentapparat allmählich der Valgusstellung anpasst, wenn diese nicht allzu gross ist. Im Vergleich mit den Spaltbrüchen, die den lateralen Kondylus absprengen, sind die Endresultate nach »schalenförmigen Kompressionen» unbestreitbar schlechter, weshalb es wohl berechtigt wäre, für diese letzteren, wie auf S. 90—92 hervorgehoben wurde, nach verbesserten Behandlungsmethoden zu suchen.

Die Zeit der *Arbeitsunfähigkeit* resp. der starken Beschwerden belief sich für die Gruppe A 1 und B 1 ungefähr auf $^1/_2$—1 Jahr, und für die Gruppe A 2 auf 1—1 $^1/_2$ Jahre. Die Patienten, welche ihre gute Funktion wiedergewannen, waren angeblich nach durchschnittlich einem Jahre gesund; die Besserung ist in der Regel Hand in Hand mit einer zunehmenden Festigkeit des Gelenks gegen seitliche Abknickung fortgeschritten. Die Angaben variieren jedoch beträchtlich, manche Patienten behaupten, noch nach dem 3., 4. bis zum 7. Jahre nach Eintreten des Schadens eine fortschreitende Besserung bemerkt zu haben (23, 29, 39, 50). Troell gibt die Zeit der Arbeitsunfähigkeit bei Tibiakondylusbrüchen zu 15 Monaten an.

Sowohl bei den Spaltbrüchen wie bei den Kompressionsbrüchen ist die Ursache der weiterbestehenden Beschwerden in einer Schlottrigkeit des Gelenks zu suchen, durch die es kommt, dass sich das Knie leicht knickt, besonders nach innen, wodurch der Gang unsicher wird, vor allem wenn der Patient auf unebenem Boden geht. Zerrungen, die *Schmerzen* im Gelenk verursachen, können dabei vorkommen, die Patienten klagen jedoch auffallend wenig über Schmerzen im Knie, nur im Fall 36 waren diese so stark, dass Pat. seinen Beruf aufgeben musste. Er ist der einzige, der gegen Unfall versichert war und Invalidenrente bekommt, »Rentenhysterie» ist also in diesem Fall nicht ausgeschlossen.

*Steifigkeit* im Gelenk kommt niemals vor. Das Streckvermögen war immer vollständig, das Beugevermögen in der Regel gut, niemals unter 90°. Im allgemeinen hat man den Eindruck, dass die Beugung durch Übung so weit wieder hinaufgebracht ist, wie es der Patient in seinem täglichen Leben braucht, und wahrscheinlich hätte eine energische Bewegungsbehandlung in vielen Fällen das Beugevermögen wieder vollständig bis zum Normalen bringen können. So merkte z B. der Patient im Falle 1 selbst, dass die Beweglichkeit im Knie viel besser wurde, nachdem das Bein bei einem späteren Unfall in starke Beugestellung gekommen war, und Pat. Nr. 14, der allzu lange in Fixation gehalten worden war und nachher ein Jahr lang ein steifes Knie hatte, merkte, dass das Knie durch Radfahren beweglicher wurde. Nur im Fall 22 kann

ein »freier Körper» für das mangelhafte Beugevermögen verantwortlich gemacht werden.

Eine mehr oder weniger ausgesprochene *Fehlstellung* des Beines kommt oft vor. Nach Spaltbrüchen mit Absprengung des lateralen Kondylus steht das Bein oft und nach »schalenförmiger Kompression» immer in Valgusstellung, nach Absprengung des medialen Kondylus findet sich in mehreren Fällen eine Varusstellung. Nach bikondylären Brüchen und Splitterbrüchen ist die Fehlstellung in verschiedenen Fällen verschieden. Diese Fehlstellungen bringen in der Regel keine Herabsetzung der Funktion des Kniegelenks mit sich, wenn nur das Gelenk vollständig stabil ist und nicht schlottert. Im Fall 51 hatte die Valgusstellung jedoch zu Plattfussbeschwerden geführt, und im Fall 45 hatte die Varusstellung zur Folge, dass Pat. sich auf den lateralen Rand des Fusses stützte, was auf unebenem steinigem Boden eine gewisse Unsicherheit hervorrief und nach grösseren Anstrengungen auch Schmerzen im Fussgelenk verursachte. Dies zeigt, dass es wünschenswert ist, dass die Achse des Beines bei der Reposition so weit wie möglich wiederhergestellt wird.

*Verbreiterung des Knies* und Hypertrophie der Fettpolster an den Seiten der Patella kommen oft vor, *Erguss* wurde aber niemals konstatiert und auch niemals *Druckempfindlichkeit*, wenn hinreichend lange Zeit nach der Entstehung des Bruches verflossen war.

*Wie sind dann die Behandlungsresultate zu verbessern?* Die Ursache der abnormen Beweglichkeit im Kniegelenk ist, wie ich im früheren gezeigt habe, bei Spaltbrüchen in Schäden am Bandapparat zu suchen, während die Bruchspalten in allen Fällen verheilt waren. Will man die Behandlungsresultate noch weiter verbessern, so muss man sich also einer besseren Behandlung der Ligamentschäden befleissigen. Bei unblutiger Behandlung muss man, wenn ein Ligamentschaden konstatiert ist, die Fixationszeit hinreichend lange ansetzen (nicht unter 10 Wochen) und darf eine Festheilung der Knochenfragmente, die die Ansatzstellen der Ligamente bilden, nicht durch frühzeitige passive oder aktive Bewegungen verhindern. Bei Zerreissung oder Abreissung eines Ligamentes ohne Knochen-

fragment ist es indes zweifelhaft, ob eine konservative Behandlung wirklich zu einer Verheilung der Ligamente führt, wenigstens wenn es sich um Zerreissungen der Ligg. cruciata handelt. Die Frage der Behandlung der Ligamentrupturen ist noch so ungeklärt, schon bezüglich der reinen Rupturen ohne Fraktur, dass es schwer zu sagen ist, wie man im Falle Ruptur + Fraktur verfahren soll. Nur dann, wenn man eine Osteosynthese machen muss, ist es selbstverständlich, dass man gleichzeitig die abgerissenen Ligamente vernäht.

Die bedeutende Invalidität nach grossen Ligamentrupturen spricht aber dafür, dass man auch die Ligamentzerreissungen, die mit Frakturen kombiniert sind, vernähen soll, um dadurch eine bessere Stabilität im Gelenk zu erreichen. Dies soll jedoch gemacht werden, wenn der Schaden frisch ist, sonst schrumpfen die Ligamentstümpfe, und man muss eine Form von Plastik vornehmen, einen Eingriff von bedeutend unsicherer Wirkung. Gegen einen operativen Eingriff spricht natürlich die grosse Infektionsgefahr, die bei Kniegelenksfrakturen vielleicht infolge der herabgesetzten Vitalität der Gewebe nach dem Trauma noch grösser ist. Am leichtesten ist zweifellos eine Vernähung des medialen Kollateralligamentes. Schwerer, obgleich keineswegs unmöglich, ist eine Vernähung oder Raffung der Kreuzbänder, wobei man gezwungen sein kann, durch Bohrkanäle in Femur oder Tibia eine Befestigung für die Suturen zu schaffen, wenn das Ligament nahe einer seiner Ansatzstellen abgerissen ist (Operation nach Perthes).

Auf die Operationsmethodik bei einer frischen Ruptur wie bei Plastik will ich hier übrigens nicht näher eingehen, weil diese Frage über den Rahmen dieser Arbeit hinausgeht, sondern verweise nur auf die Arbeiten von Hey Groves, Tavernier, Köhler, Goetjes, Edwards, Perthes u. a.

Nach »schalenförmigen Kompressionen» am lateralen Kondylus kann ein abnormes Abduktionsvermögen zurückbleiben, das auf der Eindrückung der Gelenkfläche beruht und ohne Ligamentschäden zustande kommen kann. Zur Bekämpfung dieser Schlottrigkeit im Gelenk, die für den Patienten recht beschwerlich sein kann, sind die auf Seite 90—92 erwähnten Operationsmethoden verwendbar.

*Über die Ergebnisse der Röntgenuntersuchung alter Kondylusbrüche.* Bei der Nachuntersuchung war ich in der Lage, bei 19 alten Spaltbrüchen und 11 Kompressionsbrüchen Röntgenaufnahmen zu machen, und konnte dadurch konstatieren, dass die anatomischen Verhältnisse kaum in irgendeinem Falle vollständig wiederhergestellt waren. Die Abweichungen vom normalen Röntgenbilde sind in der Regel bedeutend, und man muss sich oft darüber wundern, dass Gelenke mit bisweilen phantastischem Aussehen in einer für die Betreffenden vollkommen zufriedenstellenden Weise funktionieren können (siehe Abb. 40—64). Die Hauptzüge des Frakturbildes sind noch viele Jahre nach dem Unfall deutlich erkennbar und markieren sich durch verdichtete Spongiosa mit unregelmässiger Knochenbalkenzeichnung. Die laterale Gelenkfläche ist in der Regel wiedergebildet, weist aber Unebenheiten auf und ist in den Fällen, wo eine Kompression vorgelegen hatte, immer noch schalenförmig eingedrückt.

Exostosenwälle um die Gelenkflächen von Tibia und Femur waren nach vielen Spaltbrüchen entstanden, dagegen nur nach einem Kompressionsbruch, und sie sind in diesem einzigen Fall auch unbedeutend (49, Abb. 38). Diese Exostosenwälle sind röntgenologisch identisch mit denjenigen, die man bei chronischer deformierender Arthritis sieht, und man könnte deshalb den Verdacht schöpfen, dass sie der Ausdruck einer sekundär nach dem Bruch aufgetretenen chronisch fortschreitenden Arthritis seien. Dass dies nicht der Fall ist, scheint mir klar aus den Angaben der Patienten hervorzugehen, dass sie entweder seit vielen Jahren vollständig wiederhergestellt waren oder eine fortschreitende *Besserung* beobachten konnten. Wenn eine sekundäre Arthritis hinzugekommen wäre, so hätte sie sich unbedingt in einer fortschreitenden *Verschlechterung* der Funktion, erhöhten Schmerzen etc. äussern müssen. Nur eine Patientin gab an, dass sie nach 2 Jahren relativ guter Funktion des geschädigten Kniegelenks eine Verschlechterung merke, die Tendenz zur Zunahme hat. Dies ist die Patientin, deren Invalidität auf Ausreissung der Ansatzstellen der Kreuzbänder und nachfolgender Subluxation der Tibia nach vorn beruht. In ihrem Kniegelenk finden sich aber keine Exostosenwälle (Abb. 57—58).

Exostosenwälle um die Gelenkflächen sind indes nicht pathognomonisch für eine deformierende Arthritis. Nicht selten sieht man bei vollständig gesunden, älteren Individuen kleinere derartige Exostosen, und man muss sie hier als Alterserscheinungen oder als Reste eines Prozesses deuten, der sich früher im Gelenk abgespielt hat. Die Exostosenwälle, die man nach Spaltbrüchen findet, halte ich für Reste nach dem gewaltigen Umbau- und Abnutzungsprozess, der in den nächsten Jahren nach der Entstehung des Schadens im Gelenk vorsichgeht. Die Gelenkenden sollen sich in dieser Zeit den neuen Verhältnissen anpassen, der Knochen wird umgebaut, der Knorpel an manchen Stellen abgeschliffen, an andern nimmt seine Dicke zu, die Blutkoagula werden resorbiert etc. Der Prozess hält an, bis eine Anpassung stattgefunden hat, dann hört er auf, die Exostosenwälle bleiben aber unverändert stehen. Einen Patienten (2) konnte ich sowohl 3 als 6 Jahre nach dem Trauma nachuntersuchen. Das zweite Mal war das Röntgenbild nur insofern verändert, als die Knochenbalkenzeichnung klarer und deutlicher geworden war und sich längs der Aussenseite des medialen Femurepikondylus und Kondylus eine Knochenauflagerung gebildet hatte; die Knorpelhöhe und die Exostosenwälle aber waren vollkommen unverändert. Sowohl bei der ersten wie bei der zweiten Untersuchung war die Funktion des Gelenkes gut; eine Verschlechterung war in der Zwischenzeit nicht eingetreten. Dass Exostosenwälle nach Kompressionsbrüchen in der Regel fehlen, deutet meiner Ansicht nach in dieselbe Richtung. Die Umbauprozesse im Gelenk sind bei diesen Fällen zweifellos bedeutend geringer als nach Spaltbrüchen.

Es ist möglich, dass dieser Umbauprozess in einzelnen Fällen wegen eines mangelhaften Anpassungsvermögens der Gewebe nicht zum Ziele führt; dann ist eine chronische Verschlechterung (»chronisch deformierende Arthritis», wenn man diesen Ausdruck anwenden will) denkbar. In meinem Material kommt indes kein solcher Fall vor.

Die zurückbleibenden Exostosenwälle verursachen dem Patienten keine merklichen Beschwerden. Bei der Geräumigkeit der Gelenkkapsel und der schon unter normalen Verhältnissen

starken Inkongruenz zwischen den Gelenkenden bilden diese Knochenwälle kein Hindernis für Bewegungen des Gelenks, die von Ligamenten und Muskeln gesteuert werden. Die Verhältnisse liegen hier nicht so wie bei gewissen anderen Gelenken, z. B. dem Hüftgelenk, wo das Azetabulum genau nach dem Gelenkkopf geformt ist, und wo die Bewegungen mit genauem Kontakt zwischen den Gelenkflächen vorsichgehen. WESTERBORN sagt in seiner Arbeit über Beckenbrüche: »Durch Auflagerungen am Gelenkkopf und an den Pfannenrändern wird die Beweglichkeit im Hüftgelenk sicher erheblich schneller herabgesetzt als in dem flachen Kniegelenk». In seinem Material von Azetabularbrüchen fand sich eine grosse Prozentzahl von Fällen mit chronisch fortschreitenden Gelenkbeschwerden. In dieser Beziehung besteht ein bedeutender Unterschied zwischen dem Azetabularbruch und dem Tibiakondylusbruch, was nach WESTERBORNS und meiner Ansicht wenigstens zum Teil auf dem anatomisch ganz verschiedenen Bau der Gelenke beruht.

In einigen Fällen (31, 32, 43, 57) war eine Knochenauflagerung an der Gelenkfläche des Femurkondylus gegen die Tibia aufgetreten, entsprechend derjenigen Partie, die an der Grube der Tibiagelenkfläche gleitet. Im Falle 43 war diese Auflagerung ungewöhnlich gross (6 cm in sagittaler Richtung, 2 cm in frontaler Richtung und 5 mm dick) und sass an der Unterseite des medialen Femurkondylus an einer Stelle, die einer Grube entsprach, welche nach Splitterfraktur in der medialen Tibiagelenkfläche entstanden war. In den anderen Fällen sass die Auflagerung am lateralen Femurkondylus. Wie diese »Knochenauflagerungen» entstanden waren, weiss ich nicht, es scheint aber, als ob der Femurknorpel in diesem Bezirk verkalkt war (durch mangelhafte Belastung?). Siehe Abb. 53—54.

Eine andere Art von Knochenneubildung, die nicht selten auch ohne Zusammenhang mit einer Fraktur zu beobachten ist, habe ich bei 7 nachuntersuchten Fällen gesehen (9, 22, 29, 36, 65, 66, 82). Sie besteht aus einer grösseren oder kleineren kalkdichten, an der Medialseite des medialen Femurepikondylus liegenden Scheibe. Diese Verkalkung wurde zuerst von STIEDA (1908) beschrieben und von ihm als ein Knochen-

fragment gedeutet, das entweder mit dem M. adduct. magn. oder M. gastrocnemius vom Femur losgerissen worden war. In den nächstfolgenden Jahren wurde die Ätiologie dieses Gebildes viel diskutiert, und es wurden neue Fälle von Vogel, Pfister, Preiser, Ewald u. a. publiziert. Preiser wies auf zwei charakteristische Züge hin, nämlich die Tatsachen, dass die Verkalkung erst 2—3 Wochen nach dem Trauma auf dem Röntgenbilde hervortritt, und dass sie später oft verschwindet. Bezüglich der Ätiologie meint er, dass es die Sehne des M. adductor magn. ist, die beim Brechen des Knies in Valgusstellung ein Perioststück vom Epikondylus losreisst, und dass dieses Perioststück Knochen bildet, der nach einer gewissen Zeit resorbiert wird. Ewald ist in der Hauptsache derselben Ansicht.

Weil dieses Gebilde erst einige Wochen nach dem Trauma auftritt, hat man oftmals die kausale Bedeutung des Traumas angezweifelt. Die Frage besitzt ja vom Standpunkte der Versicherung ein gewisses praktisches Interesse. Die im Laufe der Jahre publizierte Kasuistik stellt es ausser Zweifel, dass dieser »Schatten» eine traumatische Ätiologie hat, und die Erklärung dafür, dass er spät auftritt, allmählich wächst und dann wieder verschwindet, erhält man, glaube ich, durch die Untersuchungen über die Verkalkung und Verknöcherung der Hämatome und die Entstehung von Myositis ossificans. Das Wahrscheinlichste ist, dass es sich um eine Verkalkung und spätere Verknöcherung von Hämatomen handelt, die auf traumatischem Wege entstanden sind, und dass die Knochenbildung unter Mitwirkung vom Periost des Femurepikondylus abgerissener Osteoblastzellen erfolgt. Diese Ansicht wird auch von Kautz ausgesprochen. Das Periost reisst ab, wenn das mediale Kollateralligament von seiner Femuransatzstelle losgerissen wird, und dass die Verkalkung sich später in proximaler Richtung entwickelt, beruht auf der Ausbreitung des Hämatoms.

Die 7 Fälle von Hämatomverkalkungen, die sich im Frakturmaterial finden, sind verschieden alt, zwischen 3 Monaten und 8 Jahren. Die 4 jüngsten zeichnen sich als 1—4 cm lange, strukturlose, flockig kalkverdichtete Scheiben ab, die dem Epikondylus aufliegen und von diesem durch einen Zwischenraum von 1—2 mm getrennt sind. Ein Fall, von dem

nach 1 ½ Jahren eine Röntgenaufnahme gemacht wurde, hat einen weniger ausgesprochenen derartigen Zwischenraum, und die 4—8 Jahre nach dem Trauma röntgenphotographierten Verkalkungen lassen dieses Spatium vermissen, sie stehen in direkter Verbindung mit den Knochenbalken im Femur. Diese ältesten Verknöcherungen zeigen eine deutliche Knochenbalkenstruktur, und zwei von ihnen erstrecken sich, die Ausbreitung des früheren Hämatoms noch markierend, längs der Femurdiaphyse weit hinauf. Sie sind hier und da durchbrochen und lassen so Platz für den Durchtritt von Weichteilen (Gefässen?, Muskelsehnen?). In einem Falle sieht man auch an der Lateralseite der Femurdiaphyse eine kleine Knochenspange. Bemerkenswert ist, dass der Kondylusbruch in Fall 22 und 29 eine Varusstellung des Unterschenkels zurückliess, weshalb diese Verknöcherungen als Knochenumbau infolge veränderter Belastung (Verstärkung auf der Medialseite) gedeutet werden könnten. Das Aussehen der Gebilde scheint mir jedoch am ehesten dafür zu sprechen, dass sie ursprünglich als Hämatomverkalkungen entstanden sind. Ihre ungewöhnliche Grösse und deutliche Knochenbalkenstruktur deuten jedoch darauf, dass sie irgendeiner Beanspruchung ausgesetzt sind, dass sie eine funktionelle Aufgabe bekommen haben, was erklären könnte, dass sie nicht resorbiert wurden, sondern nach so langer Zeit (4 resp. 8 Jahre) noch vorhanden sind (s. Abb. 45, 47, 63, 65).

### Kleine Skelettveränderungen.

In dieser Gruppe habe ich 15 Fälle von Knieschäden zusammengestellt, deren Röntgenbilder ganz unbedeutende Veränderungen in Form von kleinen Kompressionen, kleinen Randabsprengungen etc. zeigen. Solche kleine, an sich bedeutungslose Veränderungen können indes, mit den anamnestischen und klinischen Angaben zusammengehalten, für die Diagnose ernster Ligament- und Kapselzerreissungen von Bedeutung sein (vgl. S. 28).

Die kleinen Veränderungen sind dreierlei Art:

1. Fissuren,
2. Kleine zentrale oder randgestellte Kompressionen,
3. Abreissung von Knochenfragmenten an den Ligament- und Kapselansatzstellen.

Es ist hauptsächlich die letzte Art von Veränderungen, die bisher die Aufmerksamkeit auf sich zog und in der Literatur ausführlicher erwähnt wurde. Dies gilt besonders von den Fragmentabreissungen an der Femuransatzstelle des medialen Kollateralligamentes und an der Tibiaansatzstelle des vorderen Kreuzbandes. Die ersteren wurden im Zusammenhang mit den Untersuchungen über STIEDAS »Schatten» studiert, die letzteren waren Gegenstand einer bedeutenden Reihe von Publikationen u. a. von BLAISDELL, BULL, CORNER, DEMEL, GOETJES, KURLANDER, KÖHLER, PRINGLE, SEVER, TAVERNIER. Ich selbst habe dem schon in Kap. 2 über experimentelle Ligamentabreissungen und auf S. 78 über die mit Kondylusfrakturen kombinierten Kapsel- und Ligamentzerreissungen Gesagten nichts hinzuzufügen.

Die Fissuren und Kompressionen entsprechen den im früheren aufgestellten Frakturgruppen, den Spalt- und Kompressionsfrakturen.

Fissuren findet man am häufigsten im lateralen Kondylus, sie verlaufen in der Längsrichtung der Tibia und gehen meist von der inneren Hälfte der Kontur der Knochengelenkfläche aus. Sie sind demzufolge auf dem Enfacebilde wahrnehmbar, aber oftmals schwer zu entdecken.

Bei experimenteller Hyperextension entstanden mitunter Fissuren, die im vorderen Teil der Tibia vertikal verliefen, mit Ausgang von der durch den lateral-vorderen Rand des äusseren Femurkondylus hervorgerufenen Grube in der Fossa intercond. ant (Abb. 13). Solche Fissuren glaube ich in den Fällen 77—79 gefunden zu haben (s. auch Fälle 14—16). Man kann auch Fissuren begegnen, die von einer Splitterfraktur in der Tibiadiaphyse durch das Planum popliteum aufwärts ausstrahlen und *zwischen* den Tuberkula der Eminentia endigen. Eine solche Fissur ist nicht intraartikular, da sie unter der dicken Bindegewebswand endigt, die von hinten ins Gelenk hineinragt; sie muss nicht unbedingt mit der freien Gelenkhöhle in Verbindung stehen, obgleich dies auf dem Röntgenbilde so aussieht (Fall 90—91). Fissuren im medialen Kondylus scheinen selten zu sein. Ich beobachtete von solchen Fissuren nur kleine im vorderen Rande des Kondylus, die durch Hyperextension entstanden waren und nur auf dem Profilbilde gesehen werden konnten.

Vor dem 20. Lebensjahre sind Fissuren ebenso wie Frakturen sicherlich äusserst selten. Auf dem Enfacebilde von Individuen im Wachstumsalter sieht man einige Linien und Unregelmässigkeiten im lateralen Kondylus, die man fälschlicherweise als Fissuren deuten könnte, die aber nur Konturen der Apophyse mit ihrem Knochenkern sind.

Die kleinen Kompressionen treffen entweder den Tibiarand oder das Zentrum der lateralen Tibiagelenkfläche. Randkompressionen kommen am häufigsten auf der lateralen Seite vor, nur einmal sah ich eine solche am medialen Kondylus (88). Sie zeichnen sich auf dem Röntgenbilde als fazettenartige Hinabpressungen der Peripherie der Gelenkfläche ab und sind oft von kleinen losgetrennten Fragmenten umgeben (84—87). Die Ligamentzerreissungen müssen mitunter bedeutend sein, so z. B. sieht man im Falle 84 eine bedeutende Vergrösserung des Abstandes zwischen den medialen Kondylen (Abb. 68). Die Randkompressionen, die den lateralen Rand treffen, sind auf dem Enfacebilde leicht zu sehen, die nach verne oder rückwärts liegenden lassen sich bedeutend schwerer entdecken und fordern mitunter mehrere tangentiale Projektionen rund um den ganzen Kondylus. Die zentralen Kompressionen sind nur leichte Formen der früher beschriebenen »schalenförmigen Kompressionen», und sie treffen ebenso wie die letzteren nur die laterale Gelenkfläche. Sie können leicht übersehen werden, wenn man nicht besonders auf sie achtet. So waren die Kompressionen der Fälle 83 und 92 (Nachtrag) ursprünglich übersehen worden. Im Falle 82 besteht 3 Monate nach dem Trauma eine kleine Kompression im Zentrum der lateralen Gelenkfläche und ein Stiedascher »Schatten» am medialen Femurepikondylus, ein Beweis für eine ernste Ligamentverletzung. In der ersten Zeit nach dem Trauma würde die kleine Kompression an der Gelenkfläche der einzige röntgenologische Hinweis auf ein »dérangement interne» gewesen sein (Abb. 65).

Der Schwierigkeit einer Feststellung von Fissuren im Tibiakopf auch bei Verwendung der Röntgenstrahlen war man sich schon früher bewusst (Köhler). Die kleinen Kompressionen sind meines Wissens bisher nicht erwähnt gewesen, sie sind aber vom diagnostischen Standpunkte gleich wichtig. Die röntgenologische Diagnose wird indes bedeutend erleich-

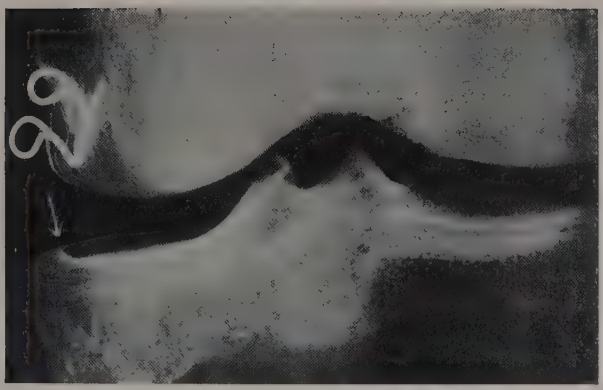


Abb. 66. Fall 92 (Nachtrag). Eine 2 mm. tiefe Hinabpressung der lateralen Gelenfläche. Die Randpartie der Gelenfläche, die nicht vom Femurkondylus bedeckt wird, ist als Wall um die zentrale Vertiefung stehengeblieben.

Abb. 67. Fall 92 (Nachtrag). Das gesunde Knie desselben Pat. wie in der Abb. 66.

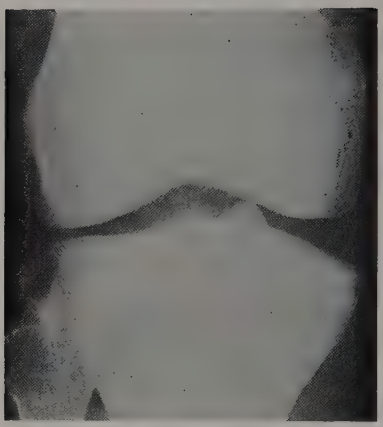


Abb. 68. Fall 84. Der laterale Rand des äusseren Tibiakondylus ist in kleine Fragmente zersplittert. Die Gelenkspalte ist auf der medialen Seite erweitert, was auf Bänderverletzungen deutet.

tert, wenn man weiss, wo man diese Veränderungen suchen soll. Es gilt, wie ich schon betonte, sowohl von den leichten wie von den schweren Schäden, *dass die laterale Gelenkfläche unvergleichlich öfter geschädigt ist als die mediale.*

Ist man sich im Zweifel darüber, wie man das Röntgenbild deuten soll, so ist eine Aufnahme des gesunden Knies in derselben Projektion immer von grossem Nutzen. Die individuellen Variationsmöglichkeiten sind nämlich recht gross, und erst durch einen Vergleich des Röntgenbildes vom geschädigten mit dem des gesunden Knies ist es mitunter möglich, den leichten Veränderungen auf die Spur zu kommen.

*Nachtrag:* Kürzlich hatte ich Gelegenheit, einen Fall von ganz flacher Hinabpressung der lateralen Gelenkfläche zu sehen. Der Pat. war in ein Loch im Boden getreten, er fiel nach rechts und verletzte sich am rechten Knie. Nach 1 Monat suchte er den Arzt wegen Schmerzen und Erguss im Gelenk auf. Nach 2 Monaten wurde das Gelenk röntgenphotographiert, man konnte aber keine traumatischen Veränderungen beobachten. Nach 3 Monaten erneute Röntgenuntersuchung, wobei auch das gesunde Knie photographiert wurde, und nun konnte man eine 2 mm tiefe Hinabpressung der lateralen Gelenkfläche wahrnehmen. Die Randpartie der Gelenkfläche, die nicht vom Femurkondylus bedeckt wird, ist als Wall um die zentrale Vertiefung stehengeblieben (Abb. 66—67). Die Veränderungen treten auch auf den früheren Röntgenbildern hervor, sie wurden aber übersehen.

Der Pat. spürt Schmerzen auf der Medialseite des Knies, wahrscheinlich infolge Kapsel- und Ligamentverletzungen, und diese Schäden sind meines Erachtens die bedeutungsvollsten. Die kleine Kompression am lateralen Kondylus spielt aber doch eine Rolle für die Diagnose und zeugt für die traumatische Ätiologie der Beschwerden des Pat., was im Hinblick auf die Unfallversicherung nicht ohne Bedeutung ist.

## Zusammenfassung.

In Kap. 1 werden eine Anzahl Gesichtspunkte in bezug auf das normale Röntgenbild des Kniegelenks hervorgehoben. Die wechselnde Lage des lateralen Tuberkulums im Verhältnis zum lateralen Femurkondylus wird im Anschluss an eine Serie Konturpausen von Röntgenbildern verschiedener Fälle beschrieben. Das laterale Tuberkulum liegt bei gestreckter Stellung stets unter dem lateralen Femurkondylus und kann in extremen Fällen weit unter demselben liegen. An der entsprechenden Stelle des Femurkondylus befindet sich dann eine mehr oder minder tiefe Impression. In seltenen Fällen ist das Tuberkulum unregelmässig gebaut und zeigt mehrere Spitzen. Ferner werden Anweisungen für die Photographierung des Gelenks bei gebeugter Stellung gegeben, und es wird die Veränderung des Röntgenbildes beim Übergang aus gestreckter zu gebeugter Stellung im Anschluss an eine Serie Konturpausen geschildert. Die Spongiosastruktur und ihre Ausbildung in den Femur- und Tibiakondylen sowie die Dicke und das Aussehen des Knorpels werden beschrieben, wobei darauf hingewiesen wird, dass sich die dichteste Spongiosastruktur und der dickste Gelenkknorpel im lateralen Teile des Gelenks befinden. Zwischen den Femur- und Tibiakondylen konnte Verfasser auf einigen Bildern einen Fettstreifen beobachten, der auf Inkongruenz zwischen den Knorpelflächen deutete.

In Kap. 2 wird über die Verletzungen, die im Gelenk bei experimenteller Hyperabduktion, Hyperadduktion und Hyperextension des Unterschenkels entstehen, auf Grund von 80 Versuchen berichtet, wobei die Verletzungen sowohl durch Röntgenaufnahmen als durch direkte Inspektion kontrolliert worden sind. Die wichtigsten Schlussfolgerungen sind auf S. 38 in 6 Punkten zusammengestellt. Die Versuche gaben

auch ein Bild darüber, zu einem wie grossen Prozentsatz Bänderverletzungen durch auf dem Röntgenbild sichtbare ausgerissene Knochenfragmente diagnostiziert werden können (S. 36). Für das Ligamentum cruc. ant. war dies in 30 % der Fall.

In Kap. 3 werden 76 Fälle von Tibiakondylusbruch besprochen, die Verf. in Spalt- und Kompressionsbrüche einteilt. In einer dritten Gruppe werden 15 Fälle von ganz kleinen Skelettverletzungen zusammengestellt.

Die Spaltbrüche werden in unikondyläre Spaltbrüche mit Absprengung des lateralen oder medialen Kondylus und in bikondyläre Spaltbrüche mit Absprengung beider Kondylen eingeteilt. Der laterale Kondylus ist öfter abgesprengt als der mediale, aber in beiden Fällen geht die Bruchspalte von der lateralen Gelenkfläche aus. Auch für die bikondylären Brüche sowie für die Splitterbrüche gilt, dass die laterale Gelenkfläche in der Regel schwerer verletzt ist, während die mediale in den meisten Fällen völlig unversehrt bleibt. Eine kleine Sondergruppe bilden die Spaltbrüche, die den Tibiarand in der Gegend der Tuberositas tract. iliotib. absprengen.

Die Kompressionsbrüche teilt Verf. in: 1. Kompressionsbrüche am lateralen Kondylus mit schalenförmiger oder mehr ebener Eindrückung der lateralen Gelenkfläche; 2. Quergehende Kompressionen im Tibiahals. Die ersteren sind häufiger und zeigen alle Übergänge von einer kaum sichtbaren Eindrückung der lateralen Gelenkfläche bis zu einer Impression von 3 cm. Sie entstehen durch Überbelastung des Tibiakondylus bei Hyperabduktion, wobei die Gelenkfläche des lateralen Femurkondylus die Tibiagelenkfläche eindrückt. Eine entsprechende »schalenförmige Kompression» an der medialen Tibiagelenkfläche hat Verf. niemals beobachtet. Die Spaltbrüche können durch Keilwirkung entstehen. Verf. hat experimentell nachgewiesen, dass unikondyläre Spaltbrüche mit Absprengung des lateralen Kondylus durch Hyperextension entstehen können, indem der scharfe laterale vordere Rand des äusseren Femurkondylus in die Fossa intercond. ant. tibiae hinuntergepresst wird und den lateralen Tibiakondylus absprengt.

Die quergehenden Kompressionen im Tibiahals sind von geringerer Bedeutung für das Gelenk. Sie werden wahrschein-

lich durch eine gleichmässige Überbelastung des ganzen Tibiaquerschnittes hervorgerufen.

Die Fibula ist in der Regel bei einfachen Spaltbrüchen unverletzt, bei Kompressionsbrüchen dagegen ist der Fibulakopf gewöhnlich frakturiert.

Am schwersten ist die klinische wie röntgenologische Diagnose der leichten »schalenförmigen Kompressionen».

Die äusseren Umstände, die zur Entstehung des Bruches geführt haben, sind auf S. 72 zusammengestellt. Von besonderem Interesse hinsichtlich der Entstehungsart sind die Brüche, die beim Abspringen von in Bewegung befindlichen Fahrrädern, Zügen, Strassenbahnwagen usw. erfolgen. Namentlich die Radfahr-Frakturen sind zahlreich vertreten. Über die Häufigkeit der Brüche beim männlichen und weiblichen Geschlecht siehe die Tabelle auf S. 77, und über die Verteilung auf verschiedene Altersstufen die Tabelle S. 76.

Die experimentelle Untersuchung hat gezeigt, dass die Ligamentverletzungen in der Regel unbedeutend sind, wenn grosse Frakturen eintreten. Diese Regel gilt sicherlich auch für die Brüche, die beim Lebenden entstehen, was zweifellos ein sehr günstiger Faktor ist und erklärt, dass die meisten Kondylusbrüche mit gutem funktionellem Resultat ausheilen können. Die Brüche können jedoch mit bedeutenden Verletzungen des Bandapparates einhergehen, und solche Fälle sind, wie die Nachuntersuchung zeigt, sehr schwer. Sie führen leicht zu Invalidität infolge Schlottergelenks. Es ist deshalb sowohl für die Behandlung als für die Stellung der Prognose von Bedeutung, dass die frischen Ligamentverletzungen diagnostiziert werden. Die klinische Untersuchung gibt wenig Aufschluss über die Ligamentverletzungen, und das Röntgenbild zeigt nur in wenigen Fällen, dass Knochenfragmente an den Ligamentansätzen abgerissen sind. Die beste Vorstellung von den Bänderverletzungen erhält man, wenn man bei Durchleuchtung beobachtet, wie die abnorme Beweglichkeit zustande kommt: durch Verschiebung an der Bruchstelle, durch Eindringen des Femurkondylus in die Grube in der lateralen Gelenkfläche oder durch Klaffen des Gelenks. Da der mediale Tibiakondylus in der Regel unverletzt bleibt und durch die Ligamenta cruc. und das Lig. coll. med. mit dem Femur ver-

bunden ist, so ist das wichtigste Zeichen einer Bandverletzung ein Klaffen oder abnorme Verschiebung zwischen den medialen Kondylen. Eine Untersuchung der Kondylusbrüche ohne Prüfung der abnormen Beweglichkeit bei Durchleuchtung ist unvollständig.

Unter Komplikationen der Kondylusbrüche werden Fettembolien und Venenthrombosen erwähnt.

Was die Behandlung anlangt, wird auf den überraschend guten Erfolg von konservativer Behandlung mit Fixation im Gipsverband nach eventueller unblutiger Reposition hingewiesen. Osteosynthese von Spaltbrüchen soll man nur vornehmen, wenn die unblutigen Repositionsversuche, die nötigenfalls nach einiger Zeit wiederholt werden müssen, nicht das gewünschte Ergebnis haben. Eine exakte anatomische Reposition ist nicht notwendig. Verf. beschreibt sein Verfahren bei unblutiger Reposition von Spaltbrüchen.

Die »schalenförmigen Kompressionen» können nur auf blutigem Wege reponiert werden. Die Beschwerden durch solche *tiefe* Kompressionen sind so stark, dass ein blutiger Eingriff zwecks Hebung und Stützung der Gelenkfläche, eventuell mit Gipsplombierung der Höhle unter der Gelenkfläche, gerechtfertigt ist. Erfahrungen über diesen Eingriff fehlen noch, solche Brüche sind bisher nur in 2 Fällen operiert. Ebenso bestehen noch keine klaren Richtlinien für die Behandlung der Ligamentverletzungen.

Über die Fixationszeit für verschiedene Formen von Kondylusbruch siehe S. 86.

Verf. hat 35 Patienten mit Kondylusbruch nachuntersucht. Durchschnittlich lagen 5 Jahre zwischen der Entstehung des Bruches und der Nachuntersuchung. Wenn eine sichere Beurteilung des Endresultates möglich sein soll, darf dieser Zeitraum nicht zu kurz sein, da die Besserung sehr langsam fortschreitet. Eine Reihe Patienten behaupten, sogar noch 3—4 Jahre nach dem Unfall eine zunehmende Besserung zu bemerken.

Die Endergebnisse sind besser, als der allgemeinen Ansicht über die schlechte Prognose dieser Frakturen entsprechen würde, eine Ansicht, die auf die vorröntgenologische Zeit zurückgeht, als nur die schweren Kondylusbrüche diagnostiziert

wurden. Verf. fand, dass sämtliche nachuntersuchte Fälle von unikondylärem Spaltbruch mit Absprengung des lateralen Kondylus (7 Fälle) mit vollständig wiederhergestellter Funktion verheilt waren. Die unikondylären Spaltbrüche mit Absprengung des medialen Kondylus (5 Fälle) zeigten ein etwas schlechteres Resultat. In der Gruppe bikondyläre Spaltbrüche und Splitterfrakturen waren 6 Pat. völlig wiederhergestellt, 2 wiesen ziemlich gute Funktion auf und 2 waren Invaliden. Die Ursache der Invalidität war in beiden Fällen Schlottrigkeit des Gelenks infolge Verletzungen des Bändeapparates.

Von den »schalenförmigen Kompressionen» wurden 9 nachuntersucht. Von diesen waren 5 Patienten vollständig wiederhergestellt, 3 zeigten ziemlich gute Funktion, und 1 Patient war invalid. Die Beschwerden wurden durch Schlottern des Gelenks hervorgerufen (Hyperabduktion), was indes in diesen Fällen nicht auf Ligamentverletzung zu beruhen brauchte, sondern seinen Grund auch nur in der Vertiefung in der lateralen Gelenkfläche haben konnte.

Exostosenwälle um die Gelenkflächen kamen in vielen Fällen von Spaltbruch vor, waren dagegen nach Kompressionsbruch selten. Eine Parallelität zwischen den Exostosenwällen und den funktionellen Beschwerden der Patienten bestand nicht, und es konnten grosse Exostosenwälle bei völlig wiederhergestellten Patienten beobachtet werden. Sekundäre deformierende Arthritis war in keinem Falle nachweisbar.

In 7 Fällen wurde eine Verkalkung am medialen Femurepikondylus (Stiedascher Schatten) beobachtet, die von Verf. als verkalkte Reste eines Hämatoms gedeutet wurde.

Die kleinen Skelettverletzungen haben hauptsächlich diagnostische Bedeutung, da sie mit Ligamentzerreissungen kombiniert sein können. Sie bestehen in Fissuren im lateralen Kondylus, kleinen Kompressionen der lateralen Gelenkfläche sowie Absprengungen vom Tibiarand oder fazettenartigen Eindrückungen desselben. Auch diese Verletzungen werden weit häufiger am lateralen Kondylus angetroffen als am medialen.

# Kasuistik.

## A. Spaltbrüche.

**1.** Chir. B 327/11. Karl P., 51 Jahre alt. Baumeister.

Pat. fiel vom Fahrrade und erlitt einen Schaden am rechten Knie. Klinische Diagnose: Luxatio anticruris dx. + fractura femoris?

Röntgen: Vom inneren Drittel der lateralen Gelenkfläche geht eine vertikale Spaltfraktur aus und trennt den ganzen lateralen Kondylus ab, der 1 cm lateralwärts disloziert ist. Der laterale Femurkondylus ist in die Bruchspalte hinuntergedrungen und hat die Spongiosa im lateralen Teil der Eminentia zermalmt. Keine Fibulafraktur.

Behandlung: Zirkulärer Gipsverb. durch 5 Wochen; dann Massage und Bewegungen.

Weiterer Verlauf: Das rechte Bein war ein ganzes Jahr lang steif. Bei einem späteren Unfall (Sturz von einem Gerüst) geriet das Bein beim Auffallen in starke Beugestellung, was grossen Schmerz verursachte; Pat. meinte aber, dass sich die Beweglichkeit im Knie nachher wesentlich besserte. Kurze Zeit danach war das Knie vollständig in Ordnung. Bei der Nachuntersuchung nach 15 Jahren kann Pat. ebensogut gehen, laufen und radfahren wie vor dem Unfall. Das Knie schwillt niemals an, sperrt sich nicht und schmerzt niemals. In funktioneller Hinsicht merkt er überhaupt keinen Unterschied zwischen dem rechten und linken Knie.

Das rechte Bein steht in 10° Valgusstellung, und bei gestreckter Stellung ist der Fuss mehr nach aussen rotiert als links. Kein Erguss im Kniegelenk. Volle Streckung und Beugung. Keine abnorme seitliche Beweglichkeit. Das nach 15 Jahren aufgenommene Röntgenbild zeigt, dass der Bruch mit lateraler Dislozierung des abgesprengten lateralen Kondylus um $^1/_2$ cm geheilt ist, woraus sich eine Breitenzunahme der lateralen Gelenkfläche ergiebt. Die Bruchspalte markiert sich noch durch verdichtete Spongiosa mit unregelmässiger Knochenbalkenzeichnung. Die laterale Gelenkfläche hat sich wiederhergestellt, ihre Knochengelenkfläche zeigt aber Vertiefungen und ist uneben. Die »Knorpelhöhe» gut erhalten. Exotosenwälle um die Gelenkflächen (Abb. 44).

**2.** Chir. B 453/23. A. E. N., 55 Jahre alt. Notar.

Pat. hatte mit einem anderen gerungen und war zu Boden gefallen. Als er sich aufrichten wollte, bemerkte er eine eigentümliche Schlottrig-

keit im linken Knie, fühlte aber keine nennenswerten Schmerzen. Nach ein paar Tagen suchte er den Arzt auf. Er wies damals einen mässigen Erguss im Gelenk und Empfindlichkeit über dessen lateraler Seite auf. — Seit seinem 16. Lebensjahr leidet er an einer chronischen Osteomyelitis in der linken Tibia, die vor 3 Jahren aufgemeisselt wurde.

Klinische Diagnose: Ruptur des lateralen Kollateralligamentes (Meniskusschaden?).

Röntgen: Von der inneren Hälfte der lateralen Gelenkfläche geht eine vertikale Spaltfraktur aus, welche die Aussenseite der Tibia 11 cm distal vom Gelenk erreicht. Der obere Teil des abgesprengten Stückes ist um 1 cm lateral dislociert, und der laterale Femurkondylus ist in die dadurch entstandene Spalte der Gelenkfläche eingedrungen und hat die Spongiosa in der lateralen Hälfte der Eminentia zerquetscht. Keine Fibulafraktur. In der Mittelpartie der Tibiadiaphyse eine aufgemeisselte Osteomyelitishöhle; die vertikale Bruchfläche endigt im Niveau des oberen Endes der Höhle, steht aber nicht mit ihr in Verbindung.

Behandlung: Zirkulärer Gipsverb. unter Anbringung besonderen Druckes auf den lateralen Tibiakondylus, um das Fragment zu reponieren, was gut gelang. Pat. bekam hierdurch jedoch ein 5-Öre-grosses Druckgeschwür an der Aussenseite des Knies. Gipsverb. durch 2 Monate, danach Massage und Bewegungsübungen.

Weiterer Verlauf: Nach 4 Monaten konnte Pat. ohne Stock ausgehen, bekam aber Schmerzen, wenn er lief. Im ersten Jahre schwoll das Knie mitunter an, später nicht mehr. Bei der Nachuntersuchung nach 3 Jahren hat er angeblich keine anderen Beschwerden durch das Gelenk, als dass es sich mitunter in Beugestellung sperrt. Er kann jetzt gehen und laufen, hat niemals Schmerzen und merkt in funktioneller Beziehung kaum einen Unterschied zwischen dem r. und l. Knie. Er ist sehr fett, wiegt an 100 kg.

Das linke Knie ist breiter und steht in 15° Valgusstellung (rechts 0°). Kein Erguss, keine Empfindlichkeit. Am linken Bein fehlen 5° zur vollständigen Streckung, Beugung 110° (ebenso wie rechts). Keine abnorme seitliche Beweglichkeit im Gelenk. Das Röntgenbild nach 3 Jahren zeigt, dass der Bruch in guter Stellung verheilt ist. An der Stelle des lateralen Tuberkulums und der inneren Hälfte der lateralen Gelenkfläche findet sich eine kleine Grube; die Gelenkfläche ist hier uneben. Die »Knorpelhöhe» normal. Grosse Exostosenwälle um die Gelenkflächen, wie bei chronischer Arthritis (Abb. 40—41).

Nach weiteren 3 Jahren untersuchte ich diesen Patienten wieder. Er gab an, dass sein verletztes Knie weiterhin vollständig gesund sei; eine Verschlechterung sei in der Zwischenzeit nicht eingetreten. Das Röntgenbild zeigt diesmal, dass die Knochenbalkenzeichnung im Tibiakopf deutlicher und klarer geworden, und dass eine Knochenauflagerung auf der Aussenseite des medialen Femurepikondylus und Kondylus hinzugekommen war. Die Exostosenwälle um die Gelenkflächen vollständig unverändert, und die »Knorpelhöhe» nicht verringert.

**3.** Chir. 2454/28. Gerda Å., 54 Jahre alt. Frau.

Pat. fiel von einem Stuhl auf das linke Bein und verletzte sich das Knie. Bei der Aufnahme Erguss im Gelenk und Empfindlichkeit über Tibia und Fibula.

Klinische Diagnose: Fraktur.

Röntgen: Von der inneren Hälfte der lateralen Gelenkfläche geht eine vertikale Spaltfraktur aus, welche die Aussenseite der Tibia 9 cm unterhalb vom Gelenk erreicht. Der ganze laterale Kondylus ist dadurch abgesprengt, und sein distales Ende 1 cm lateralwärts disloziert. An der Aussenseite des lateralen Tibiakondylus, am Kapselansatz, ist ein kleines Fragment losgerissen. Keine Fibulafraktur (Abb. 18).

Behandlung: Zirkulärer Gipsverb. durch 5 (?) Wochen.

**4.** Chir. 2627/28. Klara J., 53 Jahre alt. Frau.

Pat. fiel von einem Stuhl, verletzte das linke Knie und konnte sich danach nicht auf das Bein stützen. Gleich bei der Aufnahme wurde bemerkt, dass der ganze laterale Tibiakondylus abgesprengt war.

Klinische Diagnose: Fraktur am lateralen Tibiakondylus.

Röntgen: Von der inneren Hälfte der lateralen Gelenkfläche geht ein vertikaler Spaltbruch aus, der die Aussenseite der Tibia 8 cm unterhalb vom Gelenk erreicht. Der ganze laterale Kondylus ist abgesprengt, und seine obere Partie $1^1/_2$ cm disloziert. Der laterale Femurkondylus ist in die Bruchspalte eingedrungen und hat die Spongiosa in der lateralen Hälfte der Eminentia zerquetscht (Abb. 16—17).

Behandlung: Mit Hilfe einer Schraubenzwinge wurde der abgeschlagene Kondylus in eine gute Lage reponiert. 6 (?) Wochen lang zirkulärer Gipsverb.

**5.** Chir. B 482/21. Charlotte Ö., 46 Jahre alt. Frau.

Pat. stürzte beim Radfahren und schädigte dabei ihr r. Knie, sodass sie sich nicht auf das Bein stützen konnte. Bei der Aufnahme Zeichen einer Tibiakondylusfraktur.

Klinische Diagnose: Fraktur.

Röntgen: Eine von der inneren Hälfte der lateralen Gelenkfläche ausgehende und 9 cm unterhalb vom Gelenk die Aussenseite der Tibiadiaphyse erreichende vertikale Spaltfraktur trennt den lateralen, fast 2 cm lateralwärts dislozierten Kondylus ab. Der laterale Femurkondylus ist in die Bruchspalte eingedrungen und hat die Spongiosa in der lateralen Hälfte der Eminentia zerquetscht. Keine Fibulafraktur.

Behandlung: Nach zwei Repositionsversuchen gelang es die Valgusstellung zu korrigieren und die Lage des lateralen Kondylus zu verbessern. Gipsschiene durch 6 Wochen.

Bei der Nachuntersuchung nach 5 Jahren teilt Pat. mit: »Ich bin verhindert, mich zur Nachuntersuchung einzufinden, kann aber mitteilen, dass mein verletztes Knie vollständig gesund ist».

**6.** 1926 Herman O., 32 Jahre alt. Ladendiener.

Pat. stürzte vom Motorrade und schädigte dabei sein linkes Knie. Bei der Aufnahme Erguss im Gelenk, Empfindlichkeit über dem lateralen Tibiakondylus und abnorme Beweglichkeit im Gelenk.

Klinische Diagnose: — — —

Röntgen: Eine von der inneren Hälfte der lateralen Gelenkfläche ausgehende, die Aussenseite der Tibia 6 cm unterhalb vom Gelenk erreichende, vertikale Spaltfraktur trennt den grösseren Teil des lateralen Kondylus ab, der $^1/_2$ cm lateralwärts disloziert ist. Keine Fibulafraktur.

Behandlung: Punktion mit Entleerung von 100 ccm Blut, dem Fett beigemengt ist. Nach Korrigierung der Valgusstellung Stützverband.

**7.** Chir. 873/28. Johan F., 45 Jahre alt. Holzarbeiter.

Pat. wurde von einem Automobil angerannt. Als er versuchte, auszuweichen, stiess das Automobil gegen das linke Bein. Bei der Aufnahme Erguss im Kniegelenk, Empfindlichkeit über dem lateralen Tibiakondylus und dem unteren Rand des medialen Femurkondylus. Vollständige Streckung, Beugung 90°, keine abnorme Beweglichkeit.

Klinische Diagnose: Knochenveränderungen?

Röntgenaufnahme: Von der inneren Hälfte der lateralen Gelenkfläche ausgehende vertikale Spaltfraktur, welche, die Aussenseite der Tibia 6 cm unterhalb des Gelenks erreichend, den lateralen Kondylus, dessen oberer Teil fast 1 cm lateralwärts disloziert ist, abtrennt. Fraktur durch das Collum fibulae (Abb. 19).

Behandlung: In der ersten Woche zweimal Punktion mit Entleerung von 20 resp. 35 ccm blutiger Flüssigkeit. Nach 3 Wochen mit Krücken entlassen. Gipsverb. durch 5 (?) Wochen.

**8.** Chir. B 112/18. Gustaf J., 52 Jahre alt. Maurer.

Pat. stürzte von einem $1\,^1/_2$ m hohen Gerüst und kam mit dem rechten Bein, das er im Kniegelenk gestreckt hielt, auf die Erde. Er fühlte starken Schmerz im Gelenk und konnte sich nachher nicht auf das Bein stützen. Bei der Aufnahme Erguss im Gelenk, abnorme Valgusstellung, und Krepitationen über dem lateralen Tibiakondylus.

Klinische Diagnose: Fraktur am lateralen Tibiakondylus.

Röntgen: Von der Mitte der lateralen Gelenkfläche geht ein vertikaler Spaltbruch aus und trennt den grösseren Teil des lateralen Kondylus ab, der 7 mm lateral disloziert wurde. Die Partie um das laterale Tuberkulum ist 2 mm hinuntergepresst, und die Spongiosa ist hier auf einem kleinen Gebiet komprimiert. Keine Fibulafraktur (Abb. 20).

Behandlung: Bei Punktion 30 ccm fettreichen Blutes. Heftpflaster-Extension (5 kg) durch 3 Wochen.

Weiterer Verlauf: Nach 5 Wochen begann Pat. sich auf das Bein zu stützen. Nach $^1/_2$ Jahr ist vermerkt: »Vollständig wiederhergestellt. Vollständig arbeitsfähig. Keine Schwellung des Knies.»

**9.** Chir. A 61/18. Jonas J., 68 Jahre alt. Landarbeiter.

Pat. fiel von einem Heuboden und erlitt einen Schaden am rechten Knie. Er lag 14 Tage lang mit Schmerzen und Schwellung im Knie in häuslicher Pflege; er konnte sich auf das Knie stützen, es aber nicht beugen.

Klinische Diagnose: Distorsion, Fraktur?

Röntgen: Von der Mittelpartie der lateralen Gelenkfläche geht eine vertikale Spaltfraktur aus, welche die Aussenseite der Tibiadiaphyse 5 cm unterhalb vom Gelenk erreicht. Das obere Ende der abgesprengten Kondyluspartie ist 1 cm lateral disloziert, wodurch eine 1 cm breite Spalte im Knochen entstanden ist. Keine Fibulafraktur.

Behandlung: Bei zweimaliger Punktion zusammen 100 ccm blutige Flüssigkeit entleert. Zirkulärer Gipsverband durch 8 Wochen.

Weiterer Verlauf: Nach 8 Wochen begann Pat. sich auf das Bein zu stützen und hatte weiterhin geringe Beschwerden durch sein rechtes Knie. Nach einem Jahre war das Knie vollständig in Ordnung, tat niemals weh, schwoll nicht an und sperrte sich nicht. Dagegen bekam er in seinem linken Knie eine Beugekontraktur, die ihm starke Schmerzen verursachte. Infolge der Kontraktur im linken Knie ist er jetzt invalid, kann aber mit Hilfe einer Krücke auf dem rechten Bein gehen, weshalb er sehr befriedigt ist, dass das rechte Knie so gut wiederhergestellt ist.

Das r. Bein steht in 15° Valgusstellung mit dem Fuss in starker Auswärtsrotation. Kein Erguss im Kniegelenk. Vollständige Streckung, Beugung 90°. Keine abnorme seitliche Beweglichkeit. Das linke Knie steht in Beugekontraktur, zur vollen Streckung fehlen 45°, dagegen ist vollständige Beugung möglich. Das nach 8 Jahren aufgenommene Röntgenbild zeigt, dass die Fraktur geheilt ist. Die laterale Gelenkfläche ist schalenförmig und zeigt eine rauhe Knochengelenkfläche. Auf der unteren Seite des lateralen Femurkondylus eine 2 mm hohe Knochenauflagerung. Auf dem medialen Femurepikondylus eine Exostose. Die »Knorpelhöhe» ist überall erhalten. Exostosenwälle um die Gelenkflächen (Abb. 42—43).

**10.** Chir. C 221/1908. Johan N., 50 Jahre alt. Landwirt.

Pat. versuchte, einem Pferd aus einem Graben zu helfen, was ihm fast gelungen war, als das Pferd wieder ausglitt, auf den im Graben stehenden Patienten hinunterrutschte, und mit vollem Gewicht auf den linken Unterschenkel presste, wobei Pat. umfiel.

Klinische Diagnose: — — —

Röntgen: Vertikale Spaltfraktur, die von der Mitte der lateralen Gelenkfläche ausgeht und die äussere Hälfte des lateralen Kondylus abtrennt, dessen oberer Teil $^1/_2$ cm lateralwärts disloziert ist. Keine Fraktur der Fibula.

Behandlung: 6 Wochen Bettruhe.

Zur Zeit der Nachuntersuchungen war Pat. seit 4 Jahren tot. Er soll nach brieflicher Angabe seines Sohnes »von dem Beinbruch und

Knieschaden vollständig wiederhergestellt gewesen sein. Es hatte sich keine Steifigkeit im Beine eingestellt, auch keine rheumatischen Schmerzen, sondern das Bein war ebenso gesund und kräftig geworden, wie es vor dem Unfall gewesen war.»

**11.** Chir. 1726/1929. Erik F., 48 Jahre alt. Fabrikant.

Pat. fiel vom Motorrade und zog sich eine linksseitige Radiusfraktur sowie einen rechtsseitigen Knieschaden zu.

Klinische Diagnose: Fraktur?

Röntgen: Eine vertikale Bruchfläche trennt den grösseren Teil des lateralen Tibiakondylus ab. Das abgesprengte Fragment ist jedoch nur unbedeutend disloziert. Im lateralen Teil der Fossa intercond. ant. eine fingerendgrosse Grube sowie eine Kompression der Spongiosa.

Behandlung: Entleerung von 85 ccm fetthaltigen Bluts, dann zirkulärer Gipsverband durch 6 Wochen.

**12.** Chir. Pol. 1928. John P., 65 Jahre. Bauarbeiter.

Pat. fiel von einem Baugerüst und verletzte das linke Fussgelenk und das rechte Knie.

Klinische Diagnose: — — —

Röntgen: Von der inneren Hälfte der lateralen Gelenkfläche geht eine vertikale *Fissur* aus, welche die Aussenseite der Tibia 6 cm unterhalb vom Gelenk erreicht, an welcher Stelle einige kleine Fragmente abgesprengt sind. Keine Fibulafraktur.

Behandlung: Stützverband durch 3 Wochen?

**13.** Chir. 1450/1927. Hilda E., 51 Jahre alt. Frau.

Pat. fiel von einem Tisch und kam mit dem l. Bein zuerst auf den Boden, wobei das Knie nach innen knickte. Bei der Aufnahme Zeichen einer Tibiafraktur.

Klinische Diagnose: Fraktur.

Röntgen: Von der inneren Hälfte der lateralen Gelenkfläche geht eine vertikale Bruchspalte aus, welche die Aussenseite der Tibia 5 cm unterhalb vom Gelenk erreicht und auf diese Weise den grösseren Teil des Kondylus abtrennt. Durch die Dorsalseite der Tibia geht in der Längsrichtung des Knochens eine 10 cm lange blind endigende Fissur. Eine walnussgrosse zentrale Partie des Kondylus ist $1^1/_2$ cm in den Tibiakopf hinabgepresst. Keine Fibulafraktur.

Behandlung: Zirkulärer Gipsverband durch 4 (?) Wochen.

**14.** Chir. C 321/14. Hulda J., 30 Jahre alt. Frau.

Pat. fiel vom Fahrrade und verletzte ihr linkes Knie; konnte sich danach nicht auf das Bein stützen. Bei der Aufnahme Erguss im Gelenk und Empfindlichkeit über der Innenseite des Knies.

Klinische Diagnose: Fraktur am medialen Tibiakondylus?

Röntgen: Die innere Hälfte der lateralen Gelenkfläche und das laterale Tuberkulum zersplittert; von hier geht eine vertikale Bruchspalte aus,

die nach einem Verlauf von 7 cm blind endigt. Vom hinteren Rande des medialen Tibiakondylus ein daumenendgrosses Fragment abgesprengt. Keine Fibulafraktur.

Behandlung: Zirkulärer Gipsverb. durch 10 Wochen.

Weiterer Verlauf: Nach 10 Wochen begann Pat. sich auf das Bein zu stützen. 6 Monate lang war das Knie sehr steif. Erst nach einem Jahre begann es sich zu bessern, nach Angabe der Pat. durch Radfahren, das, wie sie meinte, das Knie »geschmeidiger machte». Die Schwellung ging erst nach einem Jahre zurück. Einen Stock hatte sie nur zwei Monate lang verwendet, dann konnte sie sich gut ohne einen solchen behelfen. Anfangs fiel es ihr sehr schwer, Treppen zu steigen, besonders treppab konnte sie schwer gehen und musste dabei das rechte Bein zuerst vorsetzen. Am längsten hatte sie Beschwerden beim Scheuern, wobei sie ein Kissen unter das Knie legen musste, weil das Beugevermögen nicht ausreichte. Allmählich vollständige Herstellung der Funktion; bei der Nachuntersuchung nach 12 Jahren ist das Knie ihrer Angabe nach vollständig in Ordnung. Sie hat schwere Hausarbeit zu verrichten, viel Treppen zu steigen und schwere Lasten zu tragen. Sie kann eine Meile gehen, fühlt aber nachher eine gewisse Müdigkeit im Knie. Das Knie schwillt niemals an, sperrt sich nicht.

Ganz leichte Valgusstellung beider Beine ($r = l$). Kein Erguss im Knie, aber Hypertrophie der Fettwülste seitlich von der Patella. Streckung vollständig; Beugung links 110°, rechts 125°. Keine abnorme seitliche Beweglichkeit. Das Röntgenbild nach 12 Jahren zeigt, dass die Brüche geheilt sind; das vom hinteren Rande des medialen Kondylus abgesprengte Fragment ist jedoch 3 mm dorso-kaudal dislociert festgeheilt, wodurch eine kleine stufenförmige Einsenkung an der medialen Knochengelenkoberfläche entstanden ist. Die laterale Gelenkfläche ist gut wiederhergestellt, nur in der Gegend der Eminentia leicht rauh. Die »Knorpelhöhe» ist gut erhalten. Um die medialen Gelenkflächen kleine Exostosenwälle.

**15.** Chir. 405/28. Anna St., 73 Jahre. Frau.

Pat. fiel die Treppe hinunter und brach die rechte Oberschenkeldiaphyse. Ausserdem bestand Schmerzhaftigkeit über dem l. Kniegelenk, was den Verdacht erweckte, dass auch an dieser Stelle ein Schaden vorliege.

Röntgen: Die Gelenkfläche des lateralen Tibiakondylus ist auf einem kleinen Gebiet knapp am lateralen Tuberkulum zersplittert; von hier geht eine senkrechte Spalte aus, die nach 5—6 cm blind endigt.

Behandlung der Femurfraktur auf gewöhnliche Weise. Der Knieschaden erhielt keine besondere Behandlung.

**16.** Chir. 687/1929. Selma E., 52 Jahre. Frau.

Pat. wollte beim Rodeln bremsen, wobei sie mit dem rechten Fusse in einer Schneewehe hängen blieb, sodass der Unterschenkel in Hyper-

abduktion brach. Sie konnte sich danach nicht auf das Bein stützen. Bei der Aufnahme Erguss im Kniegelenk, Empfindlichkeit über dem lateralen Tibiakondylus und dem medialen Kollateralligament sowie abnorme Beweglichkeit im Gelenk.

Klinische Diagnose: Fraktur?

Röntgen: Das innere Drittel der lateralen Gelenkfläche und das laterale Tuberkulum sind hinuntergepresst; von hier geht eine lange Fissur aus, die sich in der Längsrichtung der Tibia wahrscheinlich auf der Dorsalseite erstreckt und nach 11 cm Verlauf blind endet. An der Fossa intercond. ant. ist ein kleines Fragment abgerissen. Keine Fibulafraktur.

Behandlung: Entleerung von 70 ccm Blut aus dem Gelenk. Entlassung mit zirkulärem Gipsverband.

**17.** Chir. 1817/1927. Karl Johan A., 40 Jahre alt. Landwirt.

Pat. wurde auf folgende Weise von einem Pferd getreten: Er stand im Pferdestand links vom Pferd, als das Pferd ausschlug und mit seinem Schienbein den Pat. auf die vordere-laterale Seite des r. Knies traf. Er konnte sich nachher auf das Bein stützen, allerdings nur mit Schwierigkeit. Bei der Aufnahme Erguss im Gelenk.

Klinische Diagnose: Meniskusschaden?

Röntgen: Eine vertikale, 5 cm lange Spaltfraktur trennt eine taubeneigrosse Partie des lateralen Kondylus ab, die u. a. die Tuberositas tract. iliotib. umfasst. Gute Lage. Keine Fibulafraktur (Abb. 21—22).

Behandlung: Punktion mit Entleerung von 50 ccm Blut, danach zirkulärer Gipsverb. durch 4 (?) Wochen.

**18.** Chir. 2188/28. Signe C., 38 Jahre. Frau.

Pat. zog sich bei einem Automobilunfall eine Verletzung im linken Knie zu; sie kann nicht näher angeben, wie es geschah.

Klinische Diagnose: Patellafraktur?

Röntgen: Vertikale Fissur durch den lateralen Kondylus, die ein taubeneigrosses Fragment abtrennt, das u. a. die Tuberositas tract. iliotib. enthält. Gute Lage. Keine Fibulafraktur. Niedriger Gelenkknorpel, sklerosierte Knochengelenkflächen sowie grosse Exostosenwälle um die Gelenkflächen.

Behandlung: Nach 14 Tagen Entlassung mit zirkulärem Gipsverband.

**19.** Chir. 2771/27. Karl Robert V., 62 Jahre. Arbeiter.

Pat. wurde von einem Wagen angefahren, fiel um und verletzte sich das linke Knie. Bei der Aufnahme Erguss im Gelenk und Empfindlichkeit über diesem.

Klinische Diagnose: Distorsion.

Röntgen: Vertikale Spaltfraktur, die eine gut daumenendgrosse Partie vom lateralen Kondylus in der Gegend der Tuberositas tract. iliotib. abtrennt. Die Spongiosa im Tibiahals ist wahrscheinlich in einem schmalen quergehenden Gebiet komprimiert. Keine Fibulafraktur.

Behandlung: Punktion von 50 ccm Blut, danach zirkulärer Gipsverb. durch 4 (?) Wochen.

**20.** Chir. Pol. 1920. H. L., 37 Jahre alt. Frau.

Pat. verfing sich beim Laufen mit dem Fusse in einem Gegenstand, wobei das Knie einknickte, und Pat. hinfiel. Sie konnte sich nachher auf das Bein stützen.

Klinische Diagnose: Meniskusschaden, Fraktur?

Röntgen: Vertikale Bruchspalte, die eine daumenendgrosse Partie in der Gegend der Tuberositas tract. iliotib. absprengt. Unbedeutende Dislokation. Keine Fibulafraktur.

Behandlung: Zirkulärer Gipsverb. durch 6 Wochen.

Weiterer Verlauf: Nach 6 Wochen begann Pat. sich auf das Bein zu stützen. 3 Jahre lang hatte sie starke Schmerzen im Knie und ist auch bei der Nachuntersuchung, nach 6 Jahren, noch nicht vollständig gesund. Sie findet, dass das Knie »schwach» ist, und dass sie das Gefühl habe, »als ob das abgeschlagene Stück los wäre». Sie hat noch Schmerzen im Knie, wenn sie lange steht oder ausgleitet. Das Bein zeigt keine Fehlstellung; es kann ebenso weit gebeugt und gestreckt werden wie das gesunde. Nach 6 Jahren erklärt sie, dass sie immer noch Beschwerden durch ihren Knieschaden habe.

**21.** Chir. C 480/24. Nils T., 27 Jahre. Landwirt.

Pat. fuhr mit seinem Motorrade gegen ein anderes Fahrzeug und verletzte dabei sein rechtes Knie, sodass er sich nur schwer darauf stützen konnte. Bei der Aufnahme Erguss im Gelenk und Empfindlichkeit über dem lateralen Tibiakondylus.

Klinische Diagnose: Distorsion, Fraktur?

Röntgen: Vertikaler Spaltbruch mit Absprengung eines Fragmentes in der Gegend der Tuberositas tract. iliotib. Keine Dislokation. Keine Fibulafraktur.

Behandlung: Entleerung von 60 ccm reinen Blutes aus dem Gelenk. Einige Tage später neuerliche Punktion mit demselben Resultat. Zirkulärer Gipsverb. durch 3 Wochen, später Massage und Bewegungen.

Weiterer Verlauf: Schon nach 1 Monat hatte Pat. volle Beweglichkeit im Knie und konnte ungehindert gehen. Nach 2 Monaten war er vollständig gesund und hat seit dieser Zeit keine Beschwerden vom Gelenk. Bei der Nachuntersuchung nach 2 Jahren ist er vollständig gesund und merkt in funktioneller Beziehung keinen Unterschied zwischen dem rechten und linken Knie. Im selben Jahre, in welchem er sein Knie verletzt hatte, zog er sich eine Malleolarfraktur zu, die ihm viel mehr Schmerz verursachte und noch jetzt verursacht.

Das Knie weist keine Fehlstellung auf. Vollständige Beweglichkeit, keine abnorme seitliche Beweglichkeit. Das Röntgenbild zeigt noch Spuren der Kondylusfraktur in Form von verdichteter Spongiosazeichnung, der Bruch ist aber in guter Lage geheilt. Die »Knorpelhöhe» normal. Keine Exostosenwälle.

**22.** Chir. C 372/18. Agnes F., 36 Jahre. Frau.

Pat. fiel nach links vom Fahrrade und zog sich einen Schaden am linken Knie zu, sodass sie sich nicht auf das Bein stützen konnte. Bei der Aufnahme starke Schwellung des Knies, fettgemengtes Blut im Gelenk, abnorme Varusstellung und seitliche Beweglichkeit.

Klinische Diagnose: Fractura interarticularis tibiae + Haemarthrosis.

Röntgen: Von der Mitte der lateralen Gelenkfläche verläuft eine Spaltfraktur 7 cm in der Längsrichtung des Beines. Ihr unteres Ende steht durch eine kleine Querfissur mit der medialen-hinteren Seite der Tibiadiaphyse in Verbindung, wodurch ein den medialen Kondylus und die Eminentia umfassendes Fragment vom übrigen Teil der Tibia abgetrennt wird. Das Fragment ist unbedeutend disloziert (2 mm nach hinten). Die laterale Gelenkfläche ist stark zersplittert, ihre zentrale Partie bildet ein nach dem Röntgenbilde zu urteilen freiliegendes, nussgrosses Fragment. Keine Fibulafraktur.

Behandlung: Kompressionsverband um das Knie und Schiene. Nach 3 Wochen passive und aktive Bewegungen, nach 8 Wochen durfte sie sich auf das Bein stützen.

Weiterer Verlauf: Schon 5 Wochen danach konnte Pat. ohne Stock gehen, trug aber mehrere Monate eine elastische Binde um das Knie, um es stabiler zu machen. Im Verlauf einiger Monate allmähliche Besserung; nach einem Jahre verursachte das geschädigte Knie keine Beschwerden mehr. Seit dieser Zeit konnte sie unbehindert gehen, sogar treppensteigen (sie wohnt im dritten Stock!). Bei der Nachuntersuchung nach 8 Jahren behauptet sie $^1/_2$—1 Meile gehen und beliebig weit radfahren zu können, ohne Beschwerden vom Knie zu fühlen. Wegen des etwas beschränkten Beugevermögens im Knie fällt es ihr schwer, auf dem Boden zu knien um zu scheuern, dies ist aber der einzige Unterschied in funktioneller Beziehung zwischen dem rechten und linken Knie.

Das linke Bein in leichter Varusstellung, das linke Knie etwas breiter als das rechte. Keine Schwellung, kein Erguss. Vollständige Streckung; Beugung links 90°, rechts 120°. Keine abnorme Seitenbeweglichkeit. Das Röntgenbild nach 8 Jahren zeigt, dass die abgeschlagene Partie mit leichter Dislokation angeheilt ist, wodurch eine Varusstellung von ca. 15° entstand. Die frühere Bruchspalte markiert sich noch immer durch verdichtete Spongiosa und unregelmässige Knochenbalkenzeichnung. Die laterale Gelenkfläche hat sich wiedergebildet, ist aber rauh; in ihrem hinteren Teil findet sich eine Grube, in der ein anscheinend freies, nussgrosses Knochenstück liegt (vielleicht ist es dieser »freie Körper», der die vollständige Beugung des Gelenks verhindert). Die »Knorpelhöhe» ist gut erhalten. Exostosenwälle um die Gelenkflächen.

Auf dem medialen Femurkondylus findet sich eine 5 cm lange und 6 mm. dicke Knochenneubildung (»Stiedas Schatten») (Abb. 45).

**23.** Chir. A 433/22. Kristina P., 44 Jahre. Näherin.

Pat. fiel vom Fahrrade und verletzte ihr linkes Knie, sodass sie sich nicht auf das Bein stützen konnte.

Klinische Diagnose: Fraktur des medialen Tibiakondylus?

Röntgen: Vertikale Spaltfraktur, die von der inneren Hälfte der lateralen Gelenkfläche ausgeht. Nach 4 cm ist ihr weiterer Verlauf auf den Röntgenbildern nicht erkennbar, der mediale Kondylus scheint aber abgetrennt und, wenn auch unbedeutend, nach hinten-lateral dislociert zu sein. Das laterale Tuberkulum ist zertrümmert, und in dieser Gegend zeichnet sich ein loses Fragment ab, wahrscheinlich der Tibiaansatz des vorderen Lig. cruciat. Keine Fibulafraktur.

Behandlung: Zirkulärer Gipsverb. durch 7 Wochen.

Weiterer Verlauf: Nach 7 Wochen begann die Pat. sich auf das Bein zu stützen, bekam Massage und Bewegungsübungen. Das Knie kam erst nach einem halben Jahre einigermassen in Ordnung, dann schritt die Besserung aber allmählich fort, und sie merkt zur Zeit der Nachuntersuchung (nach 4 Jahren) noch weitere Besserung. In den ersten Monaten ging sie mit einem Stock. Das Knie war nicht stabil und pflegte nach innen zu knicken; beim Treppensteigen musste sie das rechte Bein vorsetzen. (Am schwersten fiel ihr das Treppabgehen.) Bei der Nachuntersuchung nach 4 Jahren ist das Bein noch nicht völlig gesund, das Knie schwillt nach Anstrengungen an. Das Bein ermüdet leicht, und Pat. bekommt leicht Krampf. Sie kann höchstens 3—4 km gehen, ohne dass Schmerzen oder Schwellung auftreten, radfahren kann sie dagegen ausgezeichnet. Auf den Knien zu liegen (Fussbodenscheuern) ist ihr dagegen vollständig unmöglich. In funktioneller Hinsicht merkt sie immer noch einen grossen Unterschied zwischen dem rechten und linken Knie.

Das linke Bein steht in 10° Varusstellung. Keine Schwellung, kein Erguss. Über dem medialen Femurkondylus pflegt Schmerzhaftigkeit zu bestehen. Völlige Streckung, Beugung links 110°, rechts 135°. Ca. 10° abnorme seitliche Beweglichkeit. Das Röntgenbild nach 4 Jahren zeigt, dass der Bruch mit leichter Dislokation des medialen Tibiakondylus verheilt ist, wodurch eine Varusstellung von 10° aufgetreten ist. Die Bruchfläche ist noch durch verdichtete Spongiosa mit unregelmässiger Knochenbalkenzeichnung markiert. Die innere Hälfte der lateralen Knochengelenkfläche ist rauh und weist Vertiefungen auf. Das Knochenfragment an der tibialen Ansatzstelle des vorderen Lig. cruciat. scheint an seinem Platz festgeheilt zu sein. Die »Knorpelhöhe» zwischen den medialen Kondylen verringert. Keine Exostosenwälle (Abb. 46).

**24.** Chir. 2248/25. Per F., 37 Jahre. Schutzmann.

Pat. fuhr Motorrad und prallte gegen ein Automobil, das an seiner rechten Seite passierte. Vielleicht bekam er von dem Kotflügel oder dergl. einen Schlag gegen das Knie, als er vom Rade geschleudert wurde. Er schlug mit dem Kopf in einen 3 m davon entfernt gelegenen Steinhaufen und kam nicht auf die Füsse. Nachher konnte er sich nicht auf das Bein stützen. Bei der Aufnahme Empfindlichkeit über der Patellaspitze und dem medialen Tibiakondylus, Erguss im Gelenk.

Klinische Diagnose: Fraktur?

Röntgen: Der mediale Tibiakondylus ist vom übrigen Teil der Tibia durch eine Bruchfläche getrennt, die vom Sulcus intertubercularis schräg nach unten-medial verläuft und die Innenseite der Tibia 4 cm unterhalb vom Gelenk erreicht. Ausserdem eine Fissur, die das laterale Tuberkulum abtrennt, welches seine Lage aber beibehalten hat. Fraktur des Apex patellae. Keine Fibulafraktur.

Behandlung: Das Gelenk wurde 3mal punktiert, wobei 60 resp. 50 und 5 ccm Blut abgezapft wurden. 3 Wochen lang zirkulärer Gipsverb.

Ein halbes Jahr später konnte Pat. ohne Stock gehen, trug aber Stützschienen auf beiden Seiten vom Kniegelenk, weil dieses dazu neigte, nach innen zu knicken. Sonst keine bleibenden Schäden. Volle Beweglichkeit im Gelenk, keine Schwellung. Wenn Pat. lange geht, spürt er etwas Schmerz im Knie.

**25.** Chir. A 119/19. Gunnar E., 17 Jahre.

Pat. sprang, um einer umkippenden Wagenlast zu entgehen auf die Seite, fiel und schlug mit der Innenseite des linken Knies gegen einen Stein. Er konnte einige Schritte gehen, musste aber dann getragen werden. Bei der Aufnahme Erguss im Gelenk und Empfindlichkeit über der medialen Gelenkspalte. Keine sicheren Zeichen von Fraktur.

Klinische Diagnose: Hämarthrose. Fraktur?

Röntgen: Das laterale Tuberkulum ist zersplittert, und von hier geht eine schräge Spaltfraktur aus, die die mediale Seite der Tibia 4 cm unterhalb vom Gelenk erreicht und den medialen Kondylus abtrennt. Dieser ist ein paar mm in dorso-kaudaler Richtung geglitten, die Dislokation ist aber unbedeutend. Vom äusseren Rande des lateralen Tibiakondylus ist ein kleines Fragment abgelöst, wahrscheinlich mit der Kapsel abgerissen.

Behandlung: Gipsschiene durch 4 Wochen.

Weiterer Verlauf: Bei Entfernung der Schiene bestand schon vollständige Beweglichkeit im Gelenk und nach 6 Wochen konnte er unbehindert gehen. Während des ersten halben Jahres bekam er Schmerzen im Knie, wenn er lange gegangen war, später war er aber vollständig gesund und arbeitsfähig. Nach 3 Jahren genügte er seiner Wehrpflicht als vollständig dienstfähig und hatte bei Märschen oder bei Kniebeugen keine Beschwerden vom Knie. Er arbeitete später an einem Sägewerk und trug schwere Planken.

Das Bein zeigt keine Fehlstellung. Keine Schwellung des Knies. Volle Beweglichkeit im Gelenk; keine abnorme seitliche Beweglichkeit. Dass Röntgenbild nach 7 Jahren zeigt, dass die mediale Gelenkfläche etwas tiefer steht als die laterale, und dass das laterale Tuberkulum gross und von unregelmässiger Form ist. Von der Bruchfläche sieht man keine Spur; im Tibiakopf normale Knochenbalkenzeichnung. Normale »Knorpelhöhe». Keine Exostosenwälle.

**26.** Chir. 79/29. Mathilda U., 66 Jahre. Frau.

Pat. fiel von einer Leiter, kam mit den Füssen auf die Erde und fiel

dann auf die rechte Seite hinüber. Sie konnte sich danach nicht auf das rechte Bein stützen. Bei der Aufnahme Erguss im Gelenk und Empfindlichkeit über den Tibiakopf.

Klinische Diagnose: Fraktur.

Röntgen: Die innere Hälfte der lateralen Gelenkfläche ist zertrümmert und etwa 2 mm hinuntergepresst. Von hier geht eine schräge Spaltfraktur aus, die die Medialseite der Tibia 3 ½ cm unterhalb vom Gelenk erreicht und den medialen Kondylus zusammen mit der Eminentia abtrennt. Der Kondylus ist medial 1 cm und distal ½ cm disloziert. Keine Fibulafraktur (Abb. 23).

Behandlung: Zirkulärer Gipsverb. durch 4 Wochen.

Nach 6 Wochen wurde der Pat. erlaubt sich auf das Bein zu stützen. Nach 8 Wochen ist vermerkt: »Kann mit Krücke und Stock gut gehen».

**27.** Chir. 1961/28. Gustav B. N., 43 Jahre. Ladendiener.

Pat. verletzte sich beim Motorradfahren. Das Rad klemmte ihn ein (nähere Angaben fehlen). Bei der Aufnahme Erguss im rechten Kniegelenk und Zeichen einer intraartikulären Tibiafraktur.

Klinische Diagnose: Fraktur.

Röntgen: Das laterale Tuberkulum und die angrenzende Partie der lateralen Gelenkfläche ist zertrümmert, und die Spongiosa darunter hinuntergepresst und komprimiert. Von der so entstandenen Kluft geht eine vertikale Bruchspalte aus, die die Dorsalseite der Tibia 10 cm unterhalb vom Gelenk erreicht. Der nähere Verlauf ist auf den aufgenommenen Bildern nicht klar zu eruieren, die Spaltfraktur trennt aber u. a. eine grosse dorsale Partie vom medialen Tibiakondylus ab. Keine Fibulafraktur.

Behandlung: Zirkulärer Gipsverb. (poliklinisch). Nach 3 Wochen Aufnahme wegen Lungenembolie von einer Venenthrombose im verletzten Bein.

**28.** Chir. 2207/27. Gunnar B., 43 Jahre. Motorführer.

Beim Starten eines Motors glitt Pat. mit dem rechten Fuss vom Pedal und stiess ihn heftig auf den Boden auf. Er fühlte sofort starken Schmerz auf der Innenseite des Knies. Nachher konnte er sich auf das Bein stützen, es aber nicht beugen. Bei der Aufnahme Erguss im Gelenk.

Klinische Diagnose: Skelettschaden?

Röntgen: Von der vorderen medialen Partie des medialen Tibiakondylus ist durch eine vertikale Bruchspalte ein taubeneigrosses Fragment abgesprengt, das sich aber in guter Lage befindet. Die Spongiosa unter der Fossa intercond. ant. komprimiert. Keine Fibulafraktur.

Behandlung: Entleerung von 35 ccm blutigem Gelenkexsudat. 4 Wochen lang zirkulärer Gipsverb. 2 Monate später ist vermerkt: »Pat. geht gut, die Beweglichkeit im Kniegelenk ist gut. Nur unbedeutender Schmerz.»

Pat. lag 4 Wochen lang im Gipsverband und begann nach 6 Wochen, sich auf das Bein zu stützen. 3 Monate lang war das Knie geschwollen und steif, 4 Monate musste er sich eines Stockes bedienen. Nach 6 Monaten konnte er unbehindert gehen und nahm seine gewöhnliche Arbeit wieder auf (er war Wegarbeiter). Erst nach 8 Monaten konnte er Treppen steigen. Nach 1 Jahre war das geschädigte Knie vollständig in Ordnung, und bei der Nachuntersuchung nach 2 Jahren merkt er in funktioneller Beziehung keinen Unterschied zwischen dem geschädigten und dem gesunden Knie. Er kann jetzt beliebig weit gehen, ohne Schmerzen im Knie zu bekommen, und gut treppensteigen, auch wenn er sehr schwere Sachen zu tragen hat. Nach langen Fahrradtouren hat er mitunter im Knie ein Gefühl des »Eingeschlafenseins», es schmerzt aber nicht und schwillt nicht an. Es sperrt sich niemals, wenn der Pat. aber, auf dem geschädigten Bein stehend, eine rasche Drehung des Körpers vornimmt, so fühlt er mitunter einen Schmerz im Gelenk. Bei Wetterumschlag hat er rheumatische Schmerzen im Knie.

Status nach 2 Jahren: Pat. geht ohne zu hinken. Keine Fehlstellung, keine Schwellung oder Empfindlichkeit. Keine Muskelatrophie. 5° Überstreckung an beiden Beinen, volle Beugung (r = l). Keine abnorme Beweglichkeit. Kein Knarren im Gelenk. — Das nach 2 Jahren aufgenommene Röntgenbild zeigt, dass das vom Vorderrande der Tibia abgeschlagene Fragment in guter Stellung festgeheilt ist. Die »Knorpelhöhe» ist gut erhalten; keine Exostosenwälle um die Gelenkflächen.

**29.** Chir. B 606/22. Emma K., 55 Jahre. Frau.

Pat. fiel von einer 1 m hohen Leiter und verletzte sich das r. Knie; konnte sich nachher nicht auf das Bein stützen.

Klinische Diagnose: Tibiafraktur 1 dm unterhalb der Patella.

Röntgen: Eine vertikale, 9 cm lange Bruchspalte geht von der inneren Hälfte der lateralen Gelenkfläche und vom lateralen Tuberkulum aus und trennt den ganzen lateralen Kondylus ab. In die Spalte ist der laterale Femurkondylus hinuntergedrungen. Der mediale Kondylus ist durch eine Querfraktur 4 cm unterhalb des Gelenks abgebrochen. Die Tibia ist im Verhältnis zum Oberschenkelknochen $2\,^1/_2$ cm lateralwärts dislociert, der mediale Tibiakondylus jedoch in seiner Lage zum Femur geblieben. Keine Fibulafraktur (Abb. 24—25).

Behandlung: Operation (Prof. Nyström). Osteosynthese mit Stahlstift. »Schnitt längs dem medialen Rande der Patella, nach oben und nach unten je ca. 8 cm verlängert. Nach Luxierung der Patella über den lateralen Femurkondylus und Reinigung des Kniegelenks von dem darin enthaltenen, sirupdicken Blut, konnte die Gelenkfläche der Tibia überblickt werden. In Übereinstimmung mit dem Röntgenbilde war eine Spalte zwischen dem medialen und lateralen Kondylus zu sehen, ungefähr so, als ob man den oberen Teil der Tibia mit einer Axt gespalten hätte; die Spalte aber nicht so breit, wie man es nach dem Röntgenbilde

hätte vermuten können. Die Fragmente wurden auseinandergezogen und der Zwischenraum von Blutkoagula gereinigt. Danach konnten die Kondylen so zusammengeschoben werden, dass eine anscheinend vollständige Reposition erreicht wurde. Dann schlug man von der medialen Seite einen Stahlstift ein und vernähte vorne über der Bruchspalte Periost und Weichteile mit einer Reihe Katgutsuturen. Die laterale Subluxation der Tibia wurde reponiert und das Bein sodann eingegipst.» Der Nagel wurde nach 6 Wochen entfernt.

Weiterer Verlauf: 2 Monate nach dem Unfall begann die Pat. sich auf das Bein zu stützen. Im ganzen folgenden Jahr war das Knie geschwollen und verursachte Schwierigkeiten beim Gehen, sowie ein Gefühl der Unsicherheit und leichtes Einknicken nach innen. Pat. ging 10 Monate lang mit einem Stock, behalf sich aber später gut ohne einen solchen. Das Knie schwoll oft nach Anstrengungen an, schmerzte aber selten. Erst nach 3 Jahren war »das Knie richtig in Ordnung», ausser einer gewissen Schwierigkeit beim Treppengehen. Bei der Nachuntersuchung nach 4 Jahren gibt Patientin an, dass das Knie seit einem halben Jahre vollständig gesund sei. Sie hat jetzt 1 Meile gehen können, ohne Schmerzen zu bekommen; nur bei langem Stillstehen (beim Waschen) fühlt sie das Knie starr und steif.

Keine Fehlstellung des Beines. Das rechte Knie breiter als das linke. Hypertrophische Fettwülste an den Seiten der Patella. Kein Erguss im Gelenk. Volle Streckung; Beugung rechts 110°, links 125°. Keine abnorme seitliche Beweglichkeit. Das Röntgenbild nach 4 Jahren zeigt infolge des Niedrigerstehens der medialen Gelenkfläche eine leichte Varusstellung. Der Bruch ist gut verheilt; die Spongiosa ist verdichtet und zeigt eine unregelmässige Knochenbalkenzeichnung mit quer- und schräggehenden Zügen. Die laterale Knochengelenkfläche ist gut wiederhergestellt, aber uneben; das laterale Tuberkulum fehlt. Die »Knorpelhöhe» nicht verringert. Um die mediale Tibiagelenkfläche ein kleiner Exostosenwall.

Vom medialen Femurepikondylus erstreckt sich 9 cm nach oben längs der Diaphyse eine Verkalkung (»Stiedas Schatten»), die an einigen Stellen eine Dicke von 6 mm erreicht. An der Lateralseite der Femurdiaphyse ein ähnliches Gebilde, obgleich kleiner (2 mm dick) (Abb. 47).

**30.** Chir. 99/28. Hanna A., 56 Jahre. Frau.

Pat. stürzte von einem Tisch und kam beim Fall zuerst mit dem rechten Bein auf den Boden, wobei das Kniegelenk nach innen knickte. Bei der Aufnahme Erguss im Gelenk und Zeichen einer Fraktur an den Tibiakondylen.

Röntgen: Der äussere Tibiakondylus ist durch eine vertikale Bruchspalte, die von der Mitte der lateralen Gelenkfläche ausgeht, abgesprengt. Ferner ist der mediale Kondylus durch eine andere Bruchspalte abgetrennt, die vom lateralen Tuberkulum schräg abwärts-medial verläuft. Eine dazwischenliegende Partie, die das laterale Tuberkulum und das

benachbarte Gebiet der lateralen Gelenkfläche umfasst, ist ca. 1 cm in die Spongiosa hinuntergepresst. Der abgesprengte äussere Kondylus ist 1 cm lateral disloziert, der mediale Kondylus ist ungefähr gleich viel in distaler Richtung hinuntergepresst. Keine Fibulafraktur.

Behandlung: Zirkulärer Gipsverb. Entlassung nach 3 Wochen.

**31.** Chir. A 261/20. Klara J., 57 Jahre alt. Frau.

Pat. fiel die Treppe hinunter und zog sich beim Fallen eine rechtsseitige, komplizierte Femurfraktur und einen linksseitigen Knieschaden zu.

Klinische Diagnose: Frakturen.

Röntgen: Von der inneren Hälfte der lateralen Gelenkfläche des linken Knies geht eine 10 cm lange Spaltfraktur in der Längsrichtung der Tibia. Durch Querfrakturen gegen diese Bruchspalte werden die beiden Kondylen abgetrennt, der mediale 5 cm, der laterale 8 cm unterhalb vom Gelenk. Der laterale Femurkondylus ist in die Spalte der Gelenkfläche eingedrungen und hat eine walnussgrosse Knochenpartie aus der Gegend des lateralen Tuberkulums einen halben Zentimeter hinuntergepresst. Der Unterschenkel ist 2 cm lateral disloziert, der mediale Tibiakondylus jedoch in seiner Lage zum Femur geblieben. Keine Fibulafraktur. — Splitterfraktur durch den unteren Teil des rechten Femur.

Behandlung: 8 Wochen lang Gipsschiene am linken Bein.

Weiterer Verlauf: Nach $3^1/_2$ Monaten liess man die Pat. heimreisen; sie vermochte damals mit Hilfe zweier Stöcke zu gehen. Nach $7^1/_2$ Monaten ist vermerkt: »Die Brüche gut geheilt, leichte Varusstellung des linken Beines. Vollständige Streckung, 80° Beugung. Pat. geht im Hause gut mit einem Stock, ausser Haus mit zweien.» 1 Jahr lang war sie fast invalid, nach dieser Zeit trat aber allmählich Besserung ein, sodass sie ohne Stock gehen konnte. 3 Jahre lang waren beide Knie sehr geschwollen, und das rechte schwillt jetzt noch nach Anstrengungen. Bei der Nachuntersuchung nach 6 Jahren geht sie unbehindert ohne Stock. Sie versorgt ihren Haushalt selbst, kann Treppen steigen, setzt aber dann zuerst das *linke* Bein vor, das bedeutend besser ist als das rechte. Bei Anstrengung wird sie müde im rechten Knie, das sie schwer und steif fühlt. Sie geht höchstens 4 km, weiter vermag sie wegen der Knie nicht zu gehen. Beide Knie sperren sich mitunter in Beugestellung, was aber leicht zurückgeht, wenn sie ihnen einen leichten »Ruck» gibt.

Beide Beine stehen in Varusstellung, rechts jedoch in bedeutend grösserem Winkel. Die Füsse zeigen mit den Zehen nach innen; das rechte Bein ist 2 cm kürzer als das linke. Kein Erguss in den Gelenken, aber Hypertrophie der Fettwülste seitlich von der Patella. Vollständige Streckung in beiden Knien; 100° Beugung rechts, 115° links. Abnorme seitliche Beweglichkeit von einigen Graden in beiden Knien, rechts etwas mehr. Das nach 6 Jahren aufgenommene Röntgenbild zeigt, dass alle Brüche verheilt sind. 6 cm unterhalb vom Gelenk bildet die linke Tibia

einen medialwärts offenen Winkel von 160°. Die Bruchflächen markieren sich noch durch verdickte Spongiosa mit unregelmässiger Knochenbalkenzeichnung. Die laterale Knochengelenkfläche ist rauh, das laterale Tuberkulum verschwunden. Auf der Unterseite des lateralen Femurkondylus eine kleine Knochenauflagerung. Die »Knorpelhöhe» ist gut erhalten. Um die mediale Tibiagelenkfläche ein kleiner Exostosenwall.

**32.** Chir. 740/1926. Anders E., 55 Jahre. Waldarbeiter.

Pat. erlitt seinen Schaden beim Holzfällen durch eine stürzende Tanne. Als der Baum fiel, sprang Pat. mit einem grossen Sprung auf die Seite, im selben Augenblick aber fiel der Baum ihm auf Kopf und Schultern. Er fiel um und empfand starken Schmerz im rechten Knie. Nachher konnte er sich nicht auf das Bein stützen.

Klinische Diagnose: Hämarthrose + Fractura tibiae.

Röntgen: Der Tibiakopf ist durch eine schräge Bruchspalte abgetrennt, die von der Dorsalseite 2 cm unter dem Gelenk zur Vorderseite 10 cm unter dem Gelenk geht. Ausserdem ist er durch eine vertikale, von der inneren Hälfte der lateralen Gelenkfläche ausgehende Spaltfraktur in ein laterales und mediales Fragment gespalten, die beide 1 cm nach vorn-distal disloziert sind. Die laterale Gelenkfläche ist zersplittert, die mediale ganz geblieben. Keine Fibulafraktur.

Behandlung: Zirkulärer Gipsverb. durch 8 (?) Wochen.

Weiterer Verlauf: Nach $1^1/_2$ Jahren ist vermerkt: »Pat. fühlt beim Gehen auf unebenem Boden eine gewisse Schwäche im Knie. Keine Schmerzen, keine Schwellung des Knies. Er kann rechts einige Grade mehr hyperextendieren als auf der linken Seite. Abnormes Abduktionsvermögen von 10° auf der rechten Seite.» Das Röntgenbild nach $1^1/_2$ Jahren zeigt, dass die Brüche verheilt sind, sich aber noch durch verdichtete Spongiosa mit unregelmässiger Knochenbalkenzeichnung markieren. Der Schrägbruch ist so geheilt, dass die beiden Tibiateile miteinander einen medialwärts offenen Winkel von 165° bilden. Die laterale Knochengelenkfläche recht gut wiederhergestellt, zeigt aber kleine Gruben. Auf der Unterseite des lateralen Femurkondylus eine kleine Knochenauflagerung. »Knorpelhöhe» normal. Kleine Exostosenwälle um die Gelenkflächen.

**33.** 1628/28. Johan Gustaf Ö., 45 Jahre.

Pat. kletterte auf einen Stein, der wegrollte, wobei der rechte Fuss mit grosser Kraft auf die Erde aufstiess, während sich das Knie gleichzeitig nach aussen in Varusstellung bog. Bei der Aufnahme Zeichen einer intraartikulären Tibiafraktur.

Klinische Diagnose: Fraktur.

Röntgen: Von der lateralen Gelenkfläche geht 1 cm lateral von der Eminentia intercond. eine vertikale, 5 cm lange Bruchspalte aus. Ferner geht vom vorderen Rande der Tibia eine nach hinten sich senkende

Bruchspalte, die den medialen Tibiakondylus zusammen mit der Eminentia intercond. abtrennt. Sämtliche Frakturen in guter Lage. Keine Fibulafraktur.

Behandlung: Zwei Punktionen mit Entleerung von 50 resp. 20 ccm Blut. Nach 14 Tagen zirkulärer Gipsverband, wonach Pat. entlassen wurde.

**34.** Chir. 1519/1929. Thekla E., 65 Jahre. Frau.

Pat. rutschte am 16.VI. von einem einige dm hohen Stein ab und kam mit dem rechten Beine, das sie gestreckt hielt, auf die Erde. Sie fiel hin und konnte sich danach nicht auf das Bein stützen.

Klinische Diagnose: Hämarthrose + Fraktur.

Röntgen: Den *lateralen* Tibiakondylus hat eine vertikale, von der Gelenkfläche ausgehende Bruchfläche, den *medialen* eine schräge Fraktur durch das Collum tibiae abgetrennt. Die obere Partie des lateralen Kondylus ist 1 cm lateralwärts disloziert, seine distale Spitze hat ihre Lage beibehalten. Eine zentrale Partie der lateralen Gelenkfläche ist ein paar mm hinuntergepresst. Der mediale Kondylus ist ad axin disloziert, wodurch ein nach hinten offener Winkel von ca. 135° zwischen ihm und der Tibiadiaphyse entstanden ist. Die mediale Gelenkfläche ist nicht geschädigt. Fraktur am Collum fibulae. — Während der Durchleuchtung wurde beobachtet, dass der mediale Tibiakondylus bei Hyperabduktion mit dem Femur ging, der Abstand zwischen den medialen Kondylen wurde nicht grösser, woraus zu ersehen ist, dass kein grösserer Schaden am medialen Kollateralligament vorliegen kann. Auch bei anderen Bewegungen (Hyperadduktion, Hyperextension) folgte der mediale Tibiakondylus dem Femur, die abnorme Beweglichkeit ging im Collum tibiae vor sich; *man kann also annehmen, dass der Bandapparat im ganzen wenig geschädigt war.*

Behandlung: Am 17.VI. Entleerung von 40 ccm blutiger Flüssigkeit mit 5 % Fett. 20.VI. Neuerliche Punktion, 55 ccm blutgefärbter, schleimiger Flüssigkeit mit Spuren von Fett. Reposition in Äthernarkose. Die Kondylen wurden mit einer Schraubzwinge zusammengepresst. Das zwischen die Kondylen hinabgepresste Fragment verhinderte jedoch eine vollständige Wiederherstellung der Lage. Reposition der Winkelstellung zwischen medialem Kondylus und Diaphyse. Zirkulärer Gipsverband durch 7 Wochen.

**35.** Chir. 1120/1929. Karoline H., 56 Jahre. Frau.

Pat. sprang von einer Leiter, auf der sie stand, weil diese zu rutschen begann, und fiel von ca. $1^1/_2$ m Höhe auf einen Steinboden. Nachher konnte sie sich wegen Schmerzen an der Innenseite des r. Knies nicht erheben.

Klinische Diagnose: Hämarthrose + Fraktur.

Röntgen: Der laterale Tibiakondylus ist durch eine vertikale Fraktur abgesprengt, die von der medialen Hälfte der lateralen Gelenkfläche

ausgeht. Den medialen Kondylus hat eine Schrägfraktur durch das Collum tibiae abgebröchen. Zwischen den Kondylen eine grosse Kluft, in welche der laterale Femurkondylus eingedrungen ist. Die Tibiadiaphyse ist ca. 1 cm nach vorne disloziert und 20° medial gebogen (Varusstellung zwischen der Diaphyse und den Kondylen). *Bei der Durchleuchtung wurde zwischen den medialen Kondylen bei Hyperabduktion ein bedeutendes Klaffen festgestellt, wonach ein grosser Schaden am medialen Kollateralligament vorliegen muss.* Keine Fibulafraktur (Abb. 26– 27).

Behandlung: Entleerung von 60 ccm Blut mit 5 % Fett. Reposition unter Durchleuchtung in Äthernarkose. Durch Ziehen in der Längsrichtung des Beines wurde der Femurkondylus aus der Spalte im Tibiakopf heraufluxiert, wonach man die Kondylen mit einer Schraubzwinge zusammenpresste. Die Tibiakondylen kamen dadurch in eine bedeutend bessere Lage zueinander, die Dislokation des Tibiakopfes nach hinten von der Diaphyse blieb aber unverändert bestehen. Zirkulärer Gipsverband in leichter Beugestellung des Knies durch 8 Wochen. — — — Eine nach 3 Wochen vorgenommene Röntgenkontrolle zeigte, dass die Lage sich wieder verschlechtert hatte. Eine erneute Reposition gab den Tibiakondylen eine sehr gute Lage zueinander, zwischen Diaphyse und Tibiakopf blieb aber eine leichte Dislocatio ad latus zurück.

**36.** Chir. 541/25. Per August F., 56 Jahre. Steinmetz.

Pat. fuhr mit einer schweren Last auf dem Rücken Rad. Das Rad glitt zur Seite. Pat. fiel nach rechts und zog sich am rechten Bein eine Tibiafraktur zu, wegen welcher er später am Krankenhause in X. 8 Wochen lang mit zirkulärem Gipsverband lag. Das Röntgenbild aus dieser Zeit zeigt einen vertikalen Spaltbruch, der von der inneren Hälfte der lateralen Gelenkfläche ausgeht und den lateralen Kondylus abtrennt; ausserdem 10 cm unterhalb vom Gelenk quer- und schräglaufende Frakturen durch die Tibiadiaphyse, wodurch der mediale Kondylus, sowie ein grösseres Fragment vom vorderen Rande der Diaphyse abgetrennt sind.

Weiterer Verlauf: Nachdem der Bruch geheilt war, bestand noch eine bedeutende Schlottrigkeit im Knie fort, weshalb Pat. nach einem Jahre eine Stützbandage mit Gelenk bekam. Mit dieser und einem Stock kann er recht gut gehen, er bekommt aber beim Gehen auf unebenem Boden leicht Schmerzen unterhalb vom Knie und im Fussgelenk. Ohne Bandage kann er nur mit Hilfe einer Krücke gehen, weil das Knie nach innen einknickt. Seine frühere Arbeit (als Steinmetz) konnte er nicht wieder aufnehmen, weil er nach etwa einer Stunde Arbeit solche Schmerzen im Knie bekam, dass er dieses Handwerk aufgeben musste. Da er mit der ihm zugesprochenen Invaliditätsrente von 40 % nicht zufrieden war, wurde nach 2 Jahren eine neue Untersuchung vorgenommen.

Nachuntersuchung nach 2 Jahren: Die Tibia ist unterhalb vom Kniegelenk ca. 15° nach vorn gebogen. Keine Empfindlichkeit über dem Gelenk, kein Erguss. Vollständige Streckung; 90° Beugung. Bedeu-

tende abnorme seitliche Beweglichkeit (20°); bei gebeugtem Knie lässt sich der Unterschenkel sogar parallel $^1/_2$ cm medialwärts verschieben. Das nach 2 Jahren aufgenommene Röntgenbild zeigt, dass der laterale Kondylus in guter Lage festgeheilt ist; die Schrägfrakturen durch die Diaphyse sind in solcher Lage geheilt, dass ein nach vorn offener Winkel von ca. 160° zwischen Tibiakopf und Diaphyse entstanden ist. Die Bruchflächen markieren sich durch verdichtete Spongiosa mit unregelmässiger Knochenbalkenzeichnung sowie reichlich bestehen gebliebenem Kallus um den Querbruch. Die laterale Gelenkfläche ist mit ebener Knochengelenkfläche gut wiedergebildet. Die »Knorpelhöhe» zwischen den medialen Kondylen etwas vermindert. Kleine Exostosenwälle um die medialen Gelenkflächen. Ein bohnengrosser »Stiedascher Schatten» am medialen Femurepikondylus (Abb. 48).

Bei neuerlicher Untersuchung 3 Jahre nach dem Unfall waren die Exostosenwälle um die medialen Gelenkflächen etwas grösser, sonst war der Zustand aber sowohl klinisch wie röntgenologisch in der Hauptsache unverändert.

**37.** Chir. B 34/24. Anna L., 51 Jahre. Frau.

Pat. wurde an einem steilen Abhang von einem Rodelschlitten angefahren. Sie fiel hin, fühlte starke Schmerzen im Knie und konnte sich nachher nicht auf das Bein stützen. Bei der Aufnahme alle Zeichen einer Fraktur.

Klinische Diagnose: Absprengung des medialen Tibiakondylus.

Röntgen: Splitterfraktur am oberen Teil der Tibia. Einerseits eine Schrägfraktur durch die Tibia, ca. 5 cm unterhalb vom Gelenk, anderseits eine vertikale Bruchspalte, die von der inneren Hälfte der lateralen Gelenkfläche ausgeht und die beiden Kondylen von einander trennt. Keine Fibulafraktur.

Behandlung: Zirkulärer Gipsverb. durch 6 Wochen. Bei der Entlassung nach 2 Monaten ist vermerkt: »Die Fraktur ist in guter Stellung geheilt, das Knie absolut stabil und fest».

Weiterer Verlauf: Nach 2 Monaten begann Pat. sich auf das Bein zu stützen und musste dann bald das Knie stark anstrengen. Sie hatte jedoch wenig Beschwerden davon und glaubt eher, dass das Knie dadurch beweglicher wurde. 6 Monate nach dem Unfall war die Schwellung aus dem Gelenk verschwunden, trat aber ab und zu nach Anstrengungen wieder auf. Nach 8—10 Monaten war das Knie vollständig gesund und bei der Nachuntersuchung nach 2 Jahren fühlt sie es nur ein wenig steifer als das rechte. Pat. kann jetzt beliebig weit gehen (mehr als 1 Meile), ohne Beschwerden vom Gelenk zu bekommen. Treppen geht sie unbehindert. Das Knie sperrt sich niemals und sie hat kein Gefühl der »Schwäche» in ihm.

Die Tibia ist 6 cm unterhalb vom Gelenk ca. 10° nach innen gebogen. Vollständige Streckung, Beugung und Rotation (r = l). Keine abnorme seitliche Beweglichkeit. Das Röntgenbild nach 2 Jahren zeigt eine be-

deutende Valgusstellung im Gelenk, die durch die vorher erwähnte Krümmung der Tibiadiaphyse 6 cm unterhalb von der Gelenkfläche korrigiert ist. Die laterale Knochengelenkfläche ist recht gut wiedergebildet, weist aber kleine Vertiefungen auf; das laterale Tuberkulum fehlt. Die »Knorpelhöhe» normal. Um die mediale Tibiagelenkfläche und auf der Patella finden sich kleine Exostosenwälle (Abb. 49).

**38.** Chir. 1969/27. Emma K., 36 Jahre. Frau.

Pat. fiel von einem 2 m hohen Heuboden hinunter und landete auf den Füssen. Bei der Aufnahme alle Zeichen einer linksseitigen Tibiafraktur.

Klinische Diagnose: Fraktur.

Röntgen: Splitterfraktur des oberen Teiles der Tibia. Einerseits vertikale Spaltbrüche, die von den Gelenkflächen ausgehen und grosse Partien des lateralen Kondylus sowie ein kleineres Fragment vom hinteren Rande des medialen Kondylus abtrennen, anderseits eine Querfraktur durch die Diaphyse 12 cm unterhalb vom Gelenk. Keine Fibulafraktur.

Behandlung: Durch 3 Wochen Schiene, dann Entlassung mit zirkulärem Gipsverband.

**39.** Chir. 434/19. Karl Olof K., 52 Jahre. Landwirt.

Die Pferde des Pat. scheuten und er wurde von seinem Fuhrwerk hinuntergeworfen. Er kann nicht genau angeben, wie er fiel, erinnert sich aber, dass nach seinem Fall das Hinterrad des Wagens über den linken Unterschenkel ging.

Klinische Diagnose: Tibiafraktur.

Röntgen: Eine von der inneren Hälfte der lateralen Gelenkfläche ausgehende vertikale Spaltfraktur trennt den lateralen Kondylus ab. Die Bruchspalte reicht 9 cm unter das Gelenk, wo sie von einer quergehenden Tibiafraktur gekreuzt wird. Der abgesprengte Kondylus hat eine ziemlich gute Lage, bei der Querfraktur aber ist das distale Bruchende 2 cm nach hinten disloziert. Querfraktur durch das Collum fibulae.

Behandlung: Einen Monat lang Gipsschiene, dann durfte Pat. anfangen, sich auf das Bein zu stützen.

Weiterer Verlauf: Nach 6 Wochen war das Bein gut konsolidiert und Pat. konnte heimreisen. 9 Monate lang ging er mit einem Stock, dann brauchte er keinen mehr. Erst nach 1 ½ Jahren war das Knie einigermassen wiedergestellt, und Pat. konnte seit dieser Zeit seinen Acker bestellen. Bei der Nachuntersuchung nach 7 Jahren gibt er an, dass die Besserung langsam, aber ständig fortgeschritten sei, auch in den letzten Jahren (!), und dass er jetzt kaum irgendwelche Beschwerden durch seinen Knieschaden habe. Er kann beliebig weit gehen, ohne Schmerzen im Knie zu bekommen, und kann Säcke von 100 kg tragen, sogar treppauf. Wenn er sehr schwer gearbeitet hat, kann das Knie nachher etwas heiss werden und die »Sehnen» in der Beuge sind schmerzhaft. Es entsteht aber keine Schwellung, und die Beschwerden gehen rasch vorüber.

Das geschädigte Bein hat keine Fehlstellung in seitlicher Richtung, 10 cm unterhalb vom Knie ist der Unterschenkel aber 1 cm nach hinten verschoben; hier findet sich eine deutliche Kerbe in der vorderen Kontur des Beines. Kein Erguss im Gelenk. Vollständige Streckung; links 110° Beugung, rechts 135°. Keine abnorme seitliche Beweglichkeit. Das nach 7 Jahren aufgenommene Röntgenbild zeigt, dass sämtliche Brüche verheilt sind, die Querfraktur jedoch mit bedeutender Dislokation in dorso-volarer Richtung. Die laterale Gelenkfläche ist gut wiedergebildet, aber leicht rauh in der Gegend des lateralen Tuberkulums. Die »Knorpelhöhe» ist etwas kleiner als gewöhnlich, aber ungefähr so wie vor 7 Jahren. Keine Exostosenwälle (Abb. 50).

**40.** Chir. B 227/13. Johanna M., 54 Jahre. Frau.

Beim Fall von einer Planke, die umkippte, als Pat. darauf gestiegen war, schädigte sie ihr linkes Knie. Bei der Aufnahme alle Zeichen einer Fraktur am oberen Teil der Tibia.

Klinische Diagnose: Tibiafraktur.

Röntgen: Vertikaler Spaltbruch, der von der inneren Hälfte der lateralen Gelenkfläche ausgeht und 6—7 cm unter das Gelenk reicht, wo er in mehrere schräg- und quergehende Frakturen übergeht, die die Tibiadiaphyse durchkreuzen. Sämtliche Brüche in guter Lage, keine bedeutende Dislokation. Keine Fibulafraktur.

Behandlung: Entleerung von 200 ccm Blut. Zirkulärer Gipsverband durch 4 Wochen.

Weiterer Verlauf: Nach 6 Wochen ist vermerkt, dass der Knochen in guter Stellung konsolidiert war. Schon 3 Monate nach dem Unfall war Pat. angeblich gesund und ihr geschädigtes Knie vollständig funktionsfähig. Sie hatte viel Arbeit in ihrem Heim und musste das Knie stark anstrengen. Die Schwellung ging rasch zurück und trat später nicht wieder auf. Bei der Nachuntersuchung nach 13 Jahren ist das geschädigte Knie vollständig gesund; Pat. ist sogar im letzten Winter mehrere Male 1 Meile weit Ski gelaufen, und kann zwei Meilen ohne Beschwerden radfahren. In funktioneller Beziehung merkt sie keinen Unterschied zwischen dem rechten und linken Knie.

**41.** Chir. 663/18. Anna E., 52 Jahre alt. Frau.

Pat. fiel von einer Leiter. Ihrer Angabe nach schlug sie mit der linken Kniegelenkgegend heftig gegen eine der Sprossen. Nachher konnte sie sich nicht auf das Bein stützen. Bei der Aufnahme Erguss im Gelenk und Zeichen einer Tibiafraktur.

Klinische Diagnose: Fraktur.

Röntgen: Der ganze Tibiakopf ist von der Diaphyse durch eine schräge Fraktur abgesprengt, die vom hinteren Rande der Tibia schräg nach unten vorne geht. Ferner ist der laterale Tibiakondylus durch vertikale von der mittleren Partie der lateralen Gelenkfläche ausgehende Spaltbrüche in mehrere Fragmente geteilt. Diese Partie ist ein paar mm hinuntergepresst. Keine Fibulafraktur.

Behandlung: Punktion mit Entleerung einiger ccm blutiger Gelenkflüssigkeit. Schiene durch 5 Wochen, nach 14 Tagen passive Bewegungen.

Nach 6 Wochen ist vermerkt: »Sie kann sich ohne Beschwerden auf das Bein stützen und im Hause auch ohne Stock gehen. Beugt aktiv bis zu 70°.»

**42.** Chir. 1611/28. Johan A. M., 68 Jahre. Fischer.

Pat. stand auf einer Leiter 4 Sprossen über den Boden, als er plötzlich hintenüber fiel. Bevor er auf den Boden schlug, konnte man ihn halten, das linke Bein war aber bereits zwischen zwei Leitersprossen gebrochen. Bei der Aufnahme alle Zeichen einer Tibiafraktur.

Röntgen: Querfraktur durch das Collum tibiae und Splitterung des lateralen Tibiakondylus in mehrere Fragmente. Fraktur durch das Collum fibulae.

Behandlung: Entleerung von 100 ccm fettgemengtem Blut, einige Tage später nochmalige Entleerung von 60 ccm Blut. Schiene durch 14 Tage, danach 4 Wochen lang zirkulärer Gipsverband. Dann Massage und Bewegungen.

Nach 9 Wochen ist vermerkt: »Die Beweglichkeit ist bemerkenswert gut. Vollständige Streckung, Beugung 50°. Pat. geht ohne Stock, dann allerdings unsicher.»

**43.** Chir. B 255/12. Svea B., 23 Jahre. Lehrerin.

Pat. fiel auf einem steilen Abhang vom Rade und fing den Stoss mit dem völlig ausgestreckten rechten Bein auf. Sie fiel zu Boden und schlug mit der Innenseite des rechten Knies heftig gegen einen Stein. Nachher konnte sie sich nicht auf das Bein stützen. Bei der Aufnahme starke seitliche Beweglichkeit im Gelenk.

Klinische Diagnose: Distorsio genu dx.

Röntgen: Der mediale Kondylus ist in ein vorderes und ein hinteres Fragment zersplittert. In der Gegend des lateralen Tuberkulums ist der Knochen zertrümmert. Von hier gehen zwei vertikale Fissuren aus, die nach einem Verlauf von ca. 7 cm blind endigen. Keine Fibulafraktur.

Behandlung: Schiene durch 6 Wochen.

Weiterer Verlauf: Energische Massage- und Bewegungsbehandlung. Nach 2 Monaten konnte Pat. ohne Stock gehen. 6—7 Monate lang hatte sie starke Schmerzen, nach dieser Zeit konnte sie aber 2 km gehen. Die Schwellung begann zurückzugehen, trat aber nach Anstrengungen leicht wieder auf, und im Knie fühlte sie sich immer »schwach»; es war schwer zu dirigieren und knickte leicht nach innen. Nach 10 Monaten begann Pat. wieder radzufahren, was sie fast besser konnte als gehen. Im Laufe einiger Jahre besserte das Knie sich allmählich, und bei der Nachuntersuchung nach 14 Jahren ist sie angeblich vollständig gesund im Knie. Sie geht jetzt oft 12 km ohne Schwierigkeit; sie beteiligt sich an den Turnübungen der Schulkinder, wobei ihr Kniebeugen und Laufschritt keine Beschwerden verursachen. Das Knie ist doch ein wenig »schwach» und knickt bisweilen nach aussen; bei Wetterumschlag kann es weh tun und

nach sehr langdauernder Anstrengung kommt es vor, dass sie das Knie steif fühlt.

Das linke Bein steht in 10° Valgusstellung, das rechte Bein ganz gerade. Das rechte Knie ist über dem Tibiakopf etwas breiter. Keine Schwellung, kein Erguss. Vollständige Streckung, Beugung und Rotation. 5° abnorme Hyperadduktion am rechten Bein. Das Röntgenbild nach 14 Jahren zeigt, dass die Brüche geheilt sind, die Bruchflächen sich aber noch immer durch verdichtete Spongiosa mit unregelmässiger Knochenbalkenzeichnung markieren. Die mediale Gelenkfläche ist fast 1 cm hinuntergepresst und fällt medialwärts stark ab. Längs der Unterseite des medialen Femurkondylus eine grosse Knochenauflagerung, die der Einsenkung in der Tibiagelenkfläche entspricht. Diese Auflagerung ist 6 cm lang, 2 cm breit und bis zu 5 mm dick. Die »Knorpelhöhe» ist gut erhalten. Ein kleiner Exostosenwall längs der Gelenkfläche des lateralen Femurkondylus (Abb. 51—54).

**44.** Chir. A 430/18. Elin E.-J., 20 Jahre. Frau.

Pat. stürzte vom Fahrrad und fiel in den Graben links vom Weg. Sie verletzte sich das l. Knie, sodass sie sich nicht auf das Bein stützen konnte.

Klinische Diagnose: — — —

Röntgen: Splitterfraktur am oberen Teil der Tibia. Der laterale Kondylus ist durch eine vertikale Spalte abgesprengt, die von der Mittelpartie der lateralen Gelenkfläche ausgeht. Die abgesprengte Partie ist 1 cm lateralwärts disloziert. Eine zentrale Partie der lateralen Gelenkfläche ist 1 cm hinuntergepresst; sowohl die Eminentia intercondyloidea als eine daumenendgrosse Partie aus dem hinteren Tibiarande — wahrscheinlich die Tibiaansatzstellen des vorderen resp. hinteren Ligamentum cruciatum — sind losgerissen. Keine Fibulafraktur.

Behandlung: Gipsschiene durch 8 Wochen; nach 1 Monat Massage und Bewegungen.

Weiterer Verlauf: Nach 5 Monaten ist vermerkt: »Sie kann recht unbehindert gehen, hinkt aber etwas; in der letzten Woche brauchte sie keinen Stock». Nach einem Jahre war das Knie relativ in Ordnung, und nach 2 Jahren ging sie einmal 7 km ohne Beschwerden. In den letzten 2 Jahren trat indes eine Verschlechterung ein. Bei der Nachuntersuchung nach 8 Jahren kann sie allerdings ohne Stock gehen, es fällt ihr aber schwer, auf Rollsteinen zu gehen, und es ist ihr ganz unmöglich, auf unebenem Gelände weiterzukommen. Treppen gehen kann sie, aber nur schwer. Wenn sie lang stillgestanden ist, wird das Knie sehr steif und lässt sich schwer beugen; stösst sie mit dem Fusse gegen irgendetwas, so schmerzt es im Knie. Nach Anstrengung schwillt das Knie an. Trotz alledem kann sie doch allein einen Haushalt für 6 Personen versorgen. Das linke Bein steht in 15° Valgusstellung. Der vordere Rand des Tibiakopfes reicht in gestreckter Stellung bedeutend vor den Femur und auch vor die Patella (Subluxation der Tibia nach vorne). Kein Erguss im Gelenk, aber Hypertrophie der Fettwülste seitlich von der Patella.

Das linke Knie lässt sich die letzten 10° nicht strecken; Beugung 90°. Abnorme seitliche Beweglichkeit 15°. Gang hinkend.

Das Röntgenbild nach 8 Jahren zeigt, dass der abgesprengte laterale Tibiakondylus in ziemlich guter Stellung festgeheilt ist. *Die abgerissenen Ansätze der Lig. cruciata sind immer noch locker*, was die Erklärung der Subluxationstellung des Unterschenkels nach vorn sein dürfte. Die »Knorpelhöhe» ist wegen der Fehlstellung schwer zu beurteilen, scheint aber gut erhalten zu sein. Keine Exostosenwälle um die Gelenkflächen (Abb. 57—58).

**45.** Chir. 2611/25. Matilda P., 63 Jahre. Fräulein.

Pat. fiel von einem Stuhle, auf dem sie stand, und erlitt einen Schaden am linken Unterschenkel. Nachher konnte sie sich nicht auf das Bein stützen.

Klinische Diagnose: — — —

Röntgen: Splitterfraktur durch das Kollum und den oberen Teil der Tibiadiaphyse sowie Zersplitterung des lateralen Kondylus in mehrere Fragmente. Ein grösseres Fragment, das u. a. die Tuberositas tract. iliotib. umfasst, ist lateral disloziert und rotiert. Fraktur an der Fibula.

Behandlung: Repositionsversuch (ohne eigentliche Wirkung). Zirkulärer Gipsverb. durch 7 Wochen. Danach Massage und Bewegungsübungen durch 3 Monate.

Weiterer Verlauf: 2 Monate nach dem Unfall begann Pat. sich auf das Bein zu stützen, brauchte aber noch weitere 2 Monate beim Gehen einen Stock. Ihre gewohnte Arbeit (Reinmachen eines Geschäftslokals) nahm sie nach 6 Monaten wieder auf, das Knie war aber geschwollen, steif und schmerzte noch ein ganzes Jahr. Nach einem Jahre konnte sie unbehindert im Freien gehen, Treppen steigen fiel ihr aber schwer (sie ging am liebsten die Treppe rücklings hinauf und setzte das linke Bein zuerst vor). Im Laufe des zweiten Jahres wurde das Knie vollständig gut; seither hat Pat. keine Verschlimmerung bemerkt. Bei der Nachuntersuchung nach 4 Jahren ist sie vollständig gesund. Sie steigt unbehindert Treppen, kann auf dem Boden liegen um zu scheuern, sowie stehen und waschen; ist 8 km gegangen, ohne Schmerzen im Knie zu bekommen. Nach sehr grossen Anstrengungen bemerkt sie mitunter eine Schwellung und leichte Empfindlichkeit an der Innenseite des Unterschenkels gleich über dem Fussgelenk, merkt aber niemals etwas von ihrem geschädigten Knie. Die nach der Heilung der *Diaphysen*fraktur in Winkelstellung entstandene Krümmung des Unterschenkels nach innen hat zur Folge, dass die Pat. auf dem lateralen Rande des Fusses geht. Dies verursacht ihr etwas Beschwerden beim Gehen auf unebenem Boden, und die Empfindlichkeit, die sie mitunter gleich oberhalb vom Fussgelenk spürt, beruht sicherlich auf dieser Fehlstellung. In funktioneller Hinsicht bemerkt sie keinen Unterschied zwischen dem rechten und linken Knie.

Status: An der Grenze zwischen oberem und mittlerem Drittel ist der Unterschenkel in Varusstellung nach innen gekrümmt. Der rechte Unterschenkel is 1 cm kürzer als der linke, Pat. geht jedoch ohne zu hinken.

Keine Schwellung und kein Erguss im Kniegelenk. Keine Muskelatrophie. Volle Streckung und Beugung (r = 1), keine abnorme seitliche Beweglichkeit. Kein Knarren im Gelenk. Das nach 4 Jahren aufgenommene Röntgenbild zeigt, dass der Bruch 10 cm unterhalb vom Gelenk in der obenerwähnten Varusstellung gut konsolidiert ist. Die vom lateralen Tibiakondylus abgesprengte Partie in der Gegend der Tuberositas tract. iliotib. ist in Fehlstellung festgeheilt; sie ist einige Grade rotiert, dadurch dass der Tractus die Tuberosität proximalwärts gezogen hat. Die laterale Gelenkfläche ist folglich sehr uneben. Die »Knorpelhöhe» überall gut erhalten. Hier und da einige ganz kleine Exostosenwälle um die Ränder der Gelenkflächen (Abb. 55—56).

**46.** Chir. 2074/1926. Elin A., 56 Jahre. Frau.

Pat. fiel von einer Leiter und verletzte ihr rechtes Knie. Bei der Aufnahme alle Zeichen einer Tibiafraktur.

Klinische Diagnose: Fraktur.

Röntgen: Eine von der Medialseite 5 cm unterhalb vom Gelenk zur Lateralseite 15 cm unter dem Gelenk gehende Schrägfraktur durch die Tibiadiaphyse trennt den Tibiakopf und ein Stück von der Diaphyse ab. Dieses Fragment ist seinerseits durch eine vertikale Spaltfraktur, die von der inneren Hälfte der lateralen Gelenkfläche ausgeht, in eine laterale und eine mediale Partie geteilt. Die laterale Gelenkfläche ist in der Gegend des lateralen Tuberkulums zersplittert. Keine Fibulafraktur (Abb. 28).

Behandlung: Zirkulärer Gipsverb. Entlassung nach 3 Wochen.

**47.** Chir. 370/20. Karl K., 38 Jahre. Schuldiener.

Pat. sass im Beiwagen eines Motorrades, als dieses in den Strassengraben fuhr. Er schlug dabei mit dem linken Knie gegen einen harten Gegenstand. Starker Schmerz im Gelenk und Unfähigkeit sich auf das Bein zu stützen. Bei der Aufnahme war das Knie stark geschwollen, an der Haut hier und da Schürfwunden.

Klinische Diagnose: Fraktur.

Röntgen: Schwere Splitterfraktur an der oberen Hälfte der Tibia. Von deren Dorsalseite, 6 cm unterhalb vom Gelenk, geht eine Bruchfläche nach vorne unten, eine andere nach vorne oben, wodurch der Tibiakopf und ein grosses Fragment von der Diaphyse abgesprengt sind. Der Tibiakopf selbst ist durch eine vertikale, von der Gegend des lateralen Tuberkulums ausgehende Fraktur in zwei Teile gespalten. Bruch am Fibulakopf.

Behandlung: Entleerung von 100 ccm Blut, das nicht weniger als 10 % Fett enthielt. Es wurde ein Repositionsversuch gemacht, wobei indes schwere Symptome von Fettembolie auftraten (siehe Seite 81—82). Nach 1 Monat Gipsverb. um das Bein, nach 2 Monaten gute Konsolidation. Nach 5 Monaten ist vermerkt: »Kann mit einem Stock leidlich gehen, hat oft Schmerzen im Knie».

## B. Kompressionsbrüche.

**48.** Chir. Pol. 1918. Maria B., 34 Jahre. Fräulein.

Pat. fiel vor 5 Monaten von einem Apfelbaum und verletzte sich das rechte Knie. Sie lag 14 Tage lang zu Hause mit Umschlägen, war später ausser Bett und stützte sich auf das Bein. Die Schmerzen hörten indes nicht auf, und das Knie ist weiter geschwollen. Bei der klinischen Untersuchung erhielt man den Eindruck, dass der Tibiarand abnorm vorgeschoben ist.

Klinische Diagnose: Arthritis deformans?

Röntgen: Alte Fraktur am lateralen Tibiakondylus, dessen Gelenkfläche schalenförmig 2 cm tief hinuntergepresst ist. Die Spongiosa im Kondylus ist komprimiert und lässt Zeichen eines vorsichgehenden Umbaus erkennen. Keine Fibulafraktur (Abb. 33).

Behandlung: Massage und Bewegungen.

Weiterer Verlauf: Ungefähr 1 Jahr lang hatte Pat. viel Beschwerden durch ihr Kniegelenk, es schwoll nach Anstrengungen an und schmerzte stark, besonders wenn sie zufällig mit den Zehen gegen etwas stiess. Allmählich trat Besserung ein, und bei der Nachuntersuchung, 8 Jahre nach dem Unfall, meint Pat. »sie könne nicht über das Knie klagen», obgleich sie immer noch einen beträchtlichen Unterschied gegen die gesunde Seite merkt. Sie geht unbehindert auch lange Strecken (eine halbe Meile). Beim Treppengehen fühlt sie jedoch eine gewisse Schwäche im Knie.

Am rechten Bein ca. 10° Valgusstellung, am linken Beine eine kaum merkbare. Keine Schwellung des Knies. Vollständige Streckung, Beugung 110° (links 135°). Abnorme Hyperabduktion ca. 10°. Das nach 8 Jahren aufgenommene Röntgenbild zeigt in der Hauptsache dasselbe Aussehen wie bei der ersten Untersuchung. Die schalenförmige Vertiefung der lateralen Gelenkfläche besteht noch in derselben Form, und der Boden der Vertiefung markiert sich durch verdichtete Spongiosa. Die »Knorpelhöhe» im Gelenk hat sich seit der vorigen Untersuchung nirgends verringert. Keine Exostosenwälle.

**49.** Chir. 2803/27. Matilda F., 69 Jahre alt. Frau.

Pat. ging auf der Strasse, als ihr ein Fuhrwerk mit scheuen Pferden entgegenkam. Als das Fuhrwerk gerade vor ihr war, stürzte es um, einige Mehlsäcke fielen heraus und trafen sie in die linke Seite. Sie stürzte vornüber auf einen anderen Mehlsack, der vor ihre Füsse fiel. Bei der Aufnahme alle Zeichen einer intraartikulären Tibiafraktur.

Klinische Diagnose: Fraktur.

Röntgen: Eine 2-Öre-grosse, zentrale Partie der lateralen Gelenkfläche ist 3 cm (!) hinuntergedrückt, und die Spongiosa im Kondylus ist komprimiert. Die selten hochgradige Hinabpressung der Gelenkfläche ist wahrscheinlich folgendermassen zustandegekommen: nachdem der Bruch in gestreckter Stellung entstanden war, fiel das Kniegelenk gleichzeitig

in Beuge- und Valgusstellung zusammen, wobei der *hintere* Teil des lateralen Femurkondylus die zentrale Partie der Gelenkfläche hinunterpresste. Die Peripherie des Kondylus ist in Form einer Schale um die so entstandene Vertiefung zurückgeblieben. Keine Fibulafraktur (Abb. 35—38).

Behandlung: Punktion mit Entleerung von 40 ccm fettgemengten Blutes. Nach Korrigierung der Valgusstellung mit zirkulärem Gipsverband, der 8 Wochen lang liegen bleiben sollte, nach Hause entlassen.

6 Monate war das Knie stark in seiner Funktion gestört. Nach 8 Monaten konnte sie beginnen, ihre Hausarbeit zu verrichten, nach 10 Monaten konnte sie auf der Strasse gehen. Bei der Nachuntersuchung nach 1 Jahr und 7 Monaten ist das Knie immer noch in schlechtem Zustande. Sie hat gerade begonnen, den Stock wegzulassen, kann aber ohne ihn höchstens 100 m gehen. Sie wohnt im 2. Stock, es fällt ihr aber schwer, die Treppen zu steigen, und sie muss das rechte Bein zuerst vorsetzen. Stillstehen kann sie höchstens 10 Minuten, und auf dem Knie liegen gar nicht. Das Knie ist schwach und knickt leicht nach innen, wenn sie fehltritt; es schmerzt aber niemals. Ihre Invalidität ist immer noch höchst beträchtlich, sie merkt aber eine von Monat zu Monat fortschreitende Besserung.

Status: In gestreckter Stellung nimmt das geschädigte Bein eine Valgusstellung von 25° ein, das rechte nur von etwa 5°. Am linken Knie Schwellung, aber kein Erguss. Druckempfindlichkeit über der Femuransatzstelle des Lig. coll. med. Volle Streckung, Beugung 90° (aktiv, passiv etwas mehr). Abnorme seitliche Beweglichkeit von ca. 20° bei gestrecktem Knie, entsprechend der pathologischen Valgusstellung des Beines, die sich passiv in normale Stellung korrigieren lässt. Etwas Knarren in beiden Kniegelenken. Pat. geht vorsichtig und hinkt etwas. — — — Das nach 1 Jahr 7 Monaten aufgenommene Röntgenbild zeigt, dass die laterale Tibiagelenkfläche in eine tiefe, schalenförmige Grube umgewandelt ist, um welche die stehengebliebene Randpartie einen Wall bildet. Der laterale Femurkondylus ist in diese Grube hinuntergesunken und gleitet mit einer besonderen Seitenfacette gegen den Randwall. Wird der Unterschenkel passiv in Adduktionsstellung gebracht, so entfernt sich der Femurkondylus aus der Grube in der Gelenkfläche. Die Spongiosa des Tibiakondylus ist verdichtet und hat eine unregelmässige Struktur. Die stark hinabgepresste zentrale Partie der Gelenkfläche (siehe den Röntgenbefund bei der Aufnahme) ist atrophiert und zeichnet sich jetzt nur in Form eines horizontalen, dichteren Streifens in der Spongiosa 4 cm unterhalb von der Gelenkfläche ab. Die Grube in der Gelenkfläche scheint nicht bis zu diesem Streifen hinunterzureichen; die ursprüngliche Kompressionsgrube scheint also zum Teil mit Knochensubstanz ausgefüllt worden zu sein. Kleine Exostosenwälle um die Ränder der Gelenkflächen.

**50.** Chir. B 196/20. Anna M., 62 Jahre. Frau.

Pat. kippte beim Reinmachen einen Stuhl um, auf dem sie stand und stürzte zu Boden. Sie fiel nach rechts und das rechte Bein geriet zwischen den Stuhlsitz und eine Querleiste und wurde gebrochen. Sie verspürte sofort einen starken Schmerz und konnte sich nicht auf das Bein stützen. Erst nachdem sie 5 Tage zu Hause gelegen war, suchte sie einen Arzt auf.

Klinische Diagnose: — — —

Röntgen: Die zentrale Partie der lateralen Gelenkfläche 2 cm hinuntergepresst. Die Spongiosa ist im lateralen Kondylus komprimiert, und ein gut daumenendgrosses Fragment vom lateralen Rande der Tibia abgesprengt. Fraktur am Fibulakopf.

Behandlung: Korrektur der Valgusstellung, dann Gipsschiene. Nach 8 Wochen begann Pat. sich auf das Bein zu stützen.

Weiterer Verlauf: Nach 3 Monaten konnte Pat. mit einem Stock gehen. Das Knie besserte sich allmählich, 3 Jahre lang hatte Pat. aber beträchtliche Beschwerden, besonders in Form vom Schmerzen und Erguss im Gelenk, wenn sie viel gegangen war. Das Knie war lange schlotterig und ohne Halt. Bei der Nachuntersuchung nach 6 Jahren ist das Knie ihrer Ansicht nach ziemlich in Ordnung, und sie meint, dass sie »wohl eine viertel Meile gehen kann, wenn es darauf ankommt». Sie geht ohne Stock, kann gut treppensteigen, fühlt sich aber etwas unsicher, wenn sie bergab geht. Mitunter leichte Sperrungssymptome. Sie hat sich auch ihr linkes Knie verletzt, das nun in funktioneller Beziehung dem rechten ungefähr gleichwertig ist (das Röntgenbild zeigt auch auf der linken Seite eine schalenförmige Kompression der lateralen Tibiagelenkfläche, obgleich weniger ausgesprochen als rechts).

Valgusstellung rechts 10°, links 15°. Rechts volle Streckung, links Überstreckung von einigen Graden. Beugung 115° (r = l). Unbedeutende abnorme seitliche Beweglichkeit im rechten Knie, eine beträchtliche dagegen (ca. 10°) im linken Knie. Das nach 6 Jahren aufgenommene Röntgenbild zeigt eine schalenförmige Vertiefung der lateralen Gelenkfläche um beinahe 2 cm. Wo die Knochengelenkfläche verläuft, lässt sich nicht sicher entscheiden, weil die Knochenstruktur im ganzen Kondylus gestört ist, und reichlich quergehende Knochenbälkchen die vertikalen kreuzen. Die »Knorpelhöhe» ist nicht verringert. Keine Exostosenwälle (Abb. 64).

**51.** Chir. B 528/20. Augusta N., 54 Jahre. Fräulein.

Pat. stand auf einem Stuhle, um Stricke zu befestigen, als der Stuhl schwankte und Pat. hinunterfiel. Sie fühlte sofort einen heftigen Schmerz im linken Knie, konnte aber ins Haus gehen.

Klinische Diagnose: Fraktur?

Röntgen: Die laterale Gelenkfläche ist ca. 5 mm hinuntergepresst, die Spongiosa im lateralen Kondylus komprimiert. Zwei Fissuren im

lateralen Kondylus und eine im Fibulakopf. Die letztere trennt die Partie des Fibulakopfes ab, welche die tibiofibuläre Gelenkfläche trägt.

Behandlung: Gipsschiene von der Hüfte bis zum Fussgelenk. Nach 6 Wochen begann Pat. ausser Bett zu sein und es wurde Massage und Bewegungsbehandlung eingeleitet.

Weiterer Verlauf: Pat. ging nur 2 Monate lang mit einem Stock. Nach 5 Monaten ist vermerkt: »Vollständiges Beugevermögen; unbehinderter Gang, aber eine leichte abnorme seitliche Beweglichkeit im Gelenk». Nach einem halben Jahre fühlte Pat. sich vollständig gesund im Knie und hatte bei der Nachuntersuchung nach 6 Jahren keinerlei Beschwerden vom Gelenk. Sie führt jetzt anstrengende Hausarbeit aus, steigt unbehindert Treppen und merkt in funktioneller Hinsicht keinen Unterschied zwischen dem rechten und linken Knie.

Das linke Knie ist etwas breiter als das rechte und zeigt eine Valgusstellung von ca. 15°. Leichte Hypertrophie der Fettwülste an den Seiten der Patella, kein Erguss, keine Empfindlichkeit. Vollständige Beweglichkeit im Gelenk. Keine abnorme seitliche Beweglichkeit.

Infolge der erhöhten Valgusstellung des linken Beines hatte sie Plattfussbeschwerden auf dieser Seite bekommen und wies bei der Nachuntersuchung einen kontrakten Pes planus sin. auf. Auch rechts ein Plattfuss, der aber keine Beschwerden verursacht.

Das nach 6 Jahren aufgenommene Röntgenbild zeigt, dass die laterale Gelenkfläche ca. 5 mm schalenförmig herabgedrückt ist. Die Spongiosazeichnung im lateralen Kondylus ist wiederhergestellt, die »Knorpelhöhe» normal. Keine Exostosenwälle.

**52.** Chir. 1275/28. Axel B., 38 Jahre. Strassenbahnführer.

Pat. sprang von einer fahrenden Strassenbahn, verlor das Gleichgewicht und fiel nach links. Er konnte sich selbst aufrichten, merkte aber, dass sich das linke Knie nach innen bog, und dass es dabei im Knie schmerzte. Bei der Aufnahme Druckempfindlichkeit über dem lateralen Tibiakondylus, aber volle und schmerzlose Beweglichkeit im Kniegelenk.

Klinische Diagnose: Distorsion? Fraktur?

Röntgen: Die laterale Gelenkfläche schalenförmig hinuntergepresst, die Spongiosa im Kondylus komprimiert, und zwei kleinere Fragmente vom hinteren Rande des lateralen Kondylus abgeschlagen. Ca. 15° Valgusstellung. Fraktur am Fibulakopf.

Behandlung: Entleerung von 60 ccm fettgemengtem Blut, einige Tage danach nochmals Punktion mit Entleerung von 40 ccm Blut. Mit zirkulärem Gipsverband entlassen.

**53.** Chir. 1160/28. Estrid A., 25 Jahre. Dienstmädchen.

Pat. fiel mit dem Rade nach links und schädigte ihr linkes Knie. Sie konnte sich auf das Bein stützen, fühlte dabei aber starken Schmerz. Bei der Aufnahme Erguss im Gelenk, Empfindlichkeit über dem late-

ralen Tibiakondylus und dem Fibulakopf, aber vollständige Beweglichkeit.

Klinische Diagnose: Fibulafraktur.

Röntgen: Schalenförmige Herabpressung der lateralen Gelenkfläche, Kompression der Spongiosa im Kondylus. Einige kleinere Fragmente vom hinteren und lateralen Rande des Kondylus abgesprengt. Medial vom medialen Tuberkulum eine kleine Fissur. Keine Fibulafraktur (Abb. 32).

Behandlung: Punktion mit Entleerung von ca. 70 ccm mit Fett vermengten Bluts. Zirkulärer Gipsverband durch 4 Wochen. Nach 3 Wochen Massage und Bewegungsbehandlung ist vermerkt: »gute Beweglichkeit im Knie, keine Schwellung».

**54.** Chir. 1719/28. Karl Emil V., 31 Jahre. Ladendiener.

Pat stürzte mit einem Motorrade und schädigte sein rechtes Knie. Er konnte sich auf das Bein stützen, wenn auch schwer. Bei der Aufnahme Erguss im Gelenk und Empfindlichkeit über dem lateralen Tibiakondylus.

Klinische Diagnose: Fraktur am lateralen Tibiakondylus?

Röntgen: Herabpressung der ganzen lateralen Gelenkfläche sowie Absprengung eines daumenendgrossen Fragmentes vom lateralen Tibiarande. Die Spongiosa im Kondylus komprimiert. Ein kleines Fragment in der Gegend der Tibiaansatzstelle des vorderen Lig. cruciatum losgerissen; vergrösserter Abstand zwischen den medialen Kondylen, was auf grosse Ligamentrisse schliessen lässt. Fraktur am Fibulakopf.

Behandlung: Entleerung von 70 ccm fettgemengten Blutes; nach 1 Woche eine weitere Punktion. Nach 14 Tagen wurde ein zirkulärer Gipsverband angelegt, und Pat. nach Hause entlassen.

**55.** Chir. 1712/1929. Hilma N., 37 Jahre alt. Fräulein.

Patientin fiel nach links vom Fahrrade und schädigte ihr linkes Knie, sodass sie sich nachher nicht auf das Bein stützen konnte. Sie lag drei Tage lang zu Hause und suchte dann einen Arzt auf.

Klinische Diagnose: — — —

Röntgen: Die vordere Hälfte der lateralen Tibiagelenkfläche schalenförmig herabgepresst, die Spongiosa darunter komprimiert. Ein daumenendgrosses, die Tuberositas tract. iliotib. umfassendes Randfragment ist abgesprengt, aber nur unbedeutend disloziert (Abb. 30).

Bei Durchleuchtung in Äthernarkose war zu beobachten, dass der Abstand zwischen den medialen Kondylen bei Hyperabduktion und bei Ziehen am Unterschenkel nicht grösser wurde, das mediale Kollateralligament war also in der Hauptsache ungeschädigt. Auch bei anderen Bewegungen war keine Lockerung zwischen den medialen Kondylen zu beobachten, wonach der Ligamentapparat zur Gänze im wesentlichen ungeschädigt sein muss. Die pathologische Valgusstellung beruhte ganz und gar auf der Herabpressung der lateralen Tibiagelenkfläche.

Behandlung: Nach Reposition der Valgusstellung wurde das Knie in

Beugestellung von einigen Graden gebracht und ein zirkulärer Gipsverband um das Bein angelegt. Verb. durch 6 Wochen.

**56.** Chir. 2654/26. Karolina L., 79 Jahre. Frau.

Pat. wollte im Dunklen eine Treppe von 3 Stufen hinuntergehen, trat fehl und kam mit dem gestreckten rechten Bein direkt auf die Erde. Sie fiel nach rechts zu Boden und fühlte starken Schmerz im Knie. Es war ihr aber sogleich, obzwar nur schwer, möglich, sich auf das Bein zu stützen. Bei der Aufnahme grosser Erguss im Kniegelenk und Empfindlichkeit über dem medialen Femurepikondylus.

Klinische Diagnose: Fraktur?

Röntgen: Eine 2-Öre-grosse, zentrale Partie der lateralen Gelenkfläche ist 3—4 mm hinuntergepresst, und die Spongiosa des Kondylus komprimiert. Der Teil des Fibulakopfes, der die tibiofibuläre Gelenkfläche trägt, ist abgesprengt und hinuntergepresst. An der Ansatzstelle des medialen Kollateralligamentes am Femur ist ein kleines Fragment abgerissen (Abb. 34).

Behandlung: Entleerung von 50 ccm Blut. Zirkulärer Gipsverband.

**57.** Chir. Pol. 1920. Laura A., 42 Jahre. Frau.

Pat. rutschte mit dem linken Bein durch eine Luke in einen $^1/_2$ m tiefen Brunnen hinunter. Als der Fuss auf den Boden des Brunnens aufstiess, bekam Pat. einen heftigen Stoss durch das gestreckte Bein und fühlte einen heftigen Schmerz im Knie. Sie suchte erst nach 2—3 Mon. einen Arzt auf, weil sie glaubte, es sei nur eine »Verstauchung».

Klinische Diagnose: Knochenschädigung?

Röntgen: Die laterale Gelenkfläche ist ca. 5 mm hinabgepresst; Kompression der Spongiosa im lateralen Kondylus. Vom hinteren Rande des Kondylus ist ein daumenendgrosses Fragment abgesprengt, aber wenig disloziert.

Behandlung: Pat. lag 6 Wochen lang im Gipsverb. und durfte dann beginnen, sich auf das Bein zu stützen.

Weiterer Verlauf: Ein ganzes Jahr lang hatte sie viele Beschwerden, das Knie war steif, geschwollen und empfindlich. Danach allmähliche Besserung, sie hatte aber weiter das Gefühl, dass das Knie schwach sei; es schwoll noch lange nach Anstrengungen an, und knickte oft nach innen. Nach $1^1/_2$ Jahren war das Knie indes ziemlich in Ordnung, und Pat. konnte ihre Hausarbeit verrichten, Treppen steigen etc. Bei der Nachuntersuchung nach 6 Jahren eigentlich keine Beschwerden mehr; sie kann beliebig weit gehen, ohne Schmerzen im Knie zu bekommen, es schwillt jetzt auch nicht mehr an. In funktioneller Beziehung merkt sie keinen Unterschied zwischen dem rechten und linken Knie, ausser einer gewissen Müdigkeit im letzteren nach langem Stillstehen (z. B. beim Wäschewaschen), und sie lässt dann ihre Körperschwere am liebsten auf dem rechten Bein ruhen.

Das linke Knie ist breiter und weist etwas grössere Fettwülste um die

Patella auf. Valgusstellung ca. 15° links, 10° rechts. Kein Erguss. Beide Knie lassen sich einige Grade überstrecken, Beugung und Rotation sind normal (r = l). Keine abnorme seitliche Beweglichkeit.

Das nach 6 Jahren aufgenommene Röntgenbild zeigt eine schalenförmige Vertiefung der lateralen Gelenkfläche und eine kleine, 1 mm dicke Knochenauflagerung auf der Unterseite des lateralen Femurkondylus. Die Spongiosazeichnung im Tibiakondylus ist gut wiederhergestellt, die »Knorpelhöhe» zwischen den lateralen Kondylen höher als normal. Keine Exostosenwälle (Abb. 61—62).

**58.** Chir. 2325/25. Lotte O., 54 Jahre. Frau.

Pat. fiel beim Obstpflücken von einer Leiter. Der linke Fuss kam mit einem heftigen Stoss auf die Erde, wobei das Knie in Valgusstellung nach innen knickte. Kein grosser Schmerz, Pat. konnte sich aber danach nicht auf das Bein stützen. Bei der Aufnahme Erguss im Gelenk, abnorme Valgusstellung und seitliche Beweglichkeit.

Klinische Diagnose: Distorsion?

Röntgen: Die laterale Gelenkfläche, besonders in ihrer hinteren Hälfte, ist hinuntergedrückt. Die Spongiosa im Kondylus komprimiert und ein kleines Fragment (1 × 3 cm) vom lateralen Rande des Kondylus abgesprengt. Das Capitulum fibulae frakturiert und hinuntergepresst. Kleine Exostosenwälle um die Ränder der Gelenkflächen.

Behandlung: Entleerung von 60 ccm Blut. Reposition der Valgusstellung. Gipsverband durch 6 Wochen, dann Massage und Bewegungen.

Weiterer Verlauf: Pat. begann sich nach 7 Wochen auf das Bein zu stützen und ging 4 Monate lang mit einem Stock. Während dieser Zeit begann sie, ihre gewöhnliche Hausarbeit zu besorgen, und 10 Monate nach dem Unfall konnte sie ebensogut gehen wie früher. Auf dem Boden liegen und scheuern konnte sie erst nach 1 Jahr. Von da ab hielt sie sich für vollständig wiederhergestellt, und bei der Nachuntersuchung nach 4 Jahren merkt sie in funktioneller Hinsicht keinen Unterschied zwischen dem rechten und linken Knie. Das Knie schwillt niemals an, schmerzt nicht und sie hat kein Gefühl der Schwäche in ihm. In den letzten Jahren wurde Pat. indes sehr dick (sie wiegt jetzt 125 kg!) und bewegt sich nicht viel. Sie geht höchstens 1 km, bekommt dann leicht Atemnot und Schmerzen im Rücken. Beide Beine pflegen abend anzuschwellen. Pat. wohnt im ersten Stock und geht mehrmals täglich die Treppe, ohne Beschwerden durch ihr geschädigtes Knie zu haben. Wenn sie auf einen Stuhl steigen will oder dergl., hat sie vermerkt, dass sie lieber zuerst mit dem rechten Bein hinaufsteigt.

Im letzten Jahre scheinen beide Knie, das geschädigte etwas mehr, schwächer geworden zu sein, wenn auch unbedeutend; es hat jedoch keine übeln Folgen für die Pat. Sie hatte übrigens schon vor dem Unfall Schmerzen in beiden Knien.

Status nach 4 Jahren: Beide Beine stehen in leichter Valgusstellung, sind unförmig fett; das geschädigte Bein zeigt keine Atrophie. Kein Er-

guss im Kniegelenk. Volle Streckung und Beugung (r = 1). Keine abnorme seitliche Beweglichkeit. Leichtes Knarren in beiden Knien. Pat. geht gut ohne Stock und hinkt ganz unbedeutend. — Das nach 4 Jahren aufgenommene Röntgenbild zeigt, dass die schalenförmige Hinabpressung der lateralen Tibiagelenkfläche noch besteht, und dass die Randpartie auch weiterhin einen ca. 1 cm hohen Wall um die Grube in der Gelenkfläche bildet. Die Spongiosastruktur im lateralen Tibiakondylus ist gut wiederhergestellt. Die »Knorpelhöhe» zwischen den lateralen Kondylen unverändert. Die Exostosenwälle um die Ränder der Gelenkflächen haben in den vergangenen 4 Jahren ganz unbedeutend an Grösse zugenommen (Abb. 59—60).

**59.** Chir. Pol. 1919. Matilda Å., 65 Jahre. Frau.

Vor 4 Tagen fiel Pat. hin und schädigte ihr linkes Knie. Nachher konnte sie sich nicht auf das Bein stützen. Bluterguss im Gelenk.

Klinische Diagnose: Fraktur?

Röntgen: Die laterale Gelenkfläche ist 5—6 mm schalenförmig hinabgepresst. Die Spongiosa im Kondylus komprimiert. Keine Fibulafraktur.

Behandlung: ?

**60.** Chir. B 250/08. Elisabet J., 32 Jahre. Frau.

Pat. fiel vom Fahrrade und schädigte ihr linkes Knie. Als sie sich aufrichten wollte, bog sich das Knie nach innen. Das Gelenk schwoll unmittelbar danach an.

Klinische Diagnose: — — —

Röntgen: Die laterale Gelenkfläche schalenförmig bis 12 mm hinabgepresst. Die Spongiosa im Kondylus komprimiert. Kein Bruch der Fibula, aber Patellarfraktur (Abb. 31).

Behandlung: Fixation im Streckverband durch 6 (?) Wochen.

**61.** Irrenanstalt, 1924. Linus N., 25 Jahre. Patient.

Pat. wurde von einigen Mitpatienten auf die Seite gestossen und schlug mit der Aussenseite des rechten Knies gegen die Ecke einer Kiste. Das Knie schwoll an, und das Gehen fiel ihm schwer. 3 Wochen danach wurde er zur Röntgenuntersuchung geschickt.

Klinische Diagnose: Meniskusluxation?

Röntgen: Die laterale Gelenkfläche ist schalenförmig ca. 5 mm hinuntergepresst. Verwischte Knochenstruktur im lateralen Kondylus.

Behandlung: Bettruhe und Umschläge durch 2 Monate.

Nachuntersuchung (nach 2 Jahren): Pat. arbeitet in einem Holzlager und trägt ohne Schwierigkeit schwere Holzsäcke, sogar treppauf. Er fühlt keine Schwäche im Knie. Leichte Valgusstellung, vollständige Beugung, Streckung und Rotation. Keine abnorme seitliche Beweglichkeit. Das Röntgenbild zeigt, dass die laterale Gelenkfläche noch immer scha-

lenförmig vertieft ist. Die Knochenstruktur ist gut wiedergebildet, normale Knorpelhöhe, keine Exostosenwälle.

**62.** Privat 1916. Gustaf P., 69 Jahre. Gutsbesitzer.

Pat. zog sich vor 2 Jahren eine Kalkaneusfraktur zu und schädigte gleichzeitig sein linkes Knie (unbekannt wie). Das Knie ist seit dieser Zeit weniger funktionstauglich und sperrt sich mitunter.

Klinische Diagnose: — — —

Röntgen: Alte Kompressionsfraktur am lateralen Kondylus, dessen Gelenkfläche schalenförmig $^1/_2$ cm vertieft ist. Die Spongiosa im Kondylus ist verdichtet und weist unregelmässige Knochenbalkenzeichnung auf. »Knorpelhöhe» gut erhalten. Keine Exostosenwälle.

Behandlung: Massage und Bewegungen.

**63.** Chir. 910/1929. Karl R., 19 Jahre. Tapezier.

Pat. wurde aus dem Beiwagen eines in Fahrt befindlichen Motorrades hinausgeschleudert und erlitt einen Schaden an seinem linken Knie.

Klinische Diagnose: Fraktur?

Röntgen: Schalenförmige Herabpressung der lateralen Tibiagelenkfläche und Kompression der Spongiosa im Kondylus. Erhöhte Breite des Kondylus, dessen Rand einen Wall um die Grube in der Gelenkfläche bildet. Eine kleine Fissur setzt sich nach unten in der Längsrichtung der Tibia fort. Keine Fibulafraktur (Abb. 29).

Behandlung: Entleerung von 120 ccm Blut; 3 Tage später bei neuerlicher Punktion 30 ccm. Zirkulärer Gipsverband (4 Wochen?).

**64.** Chir. Pol. 1927. Hulda A., 38 Jahre. Frau.

Pat. fiel vom Fahrrade und schädigte ihr linkes Knie. Bei der Aufnahme grosser Erguss im Gelenk.

Klinische Diagnose: Fissur im lateralen Tibiakondylus?

Röntgen: Schalenförmige Kompression der lateralen Gelenkfläche, die gut $^1/_2$ cm hinuntergedrückt ist. Die Spongiosa im lateralen Kondylus ist komprimiert. Keine Fibulafraktur.

Behandlung: Durch 6 Wochen zirkulärer Gipsverband, dann Massage und Bewegungsübungen durch einen Monat. Nach 6 Wochen begann Pat. sich auf das Bein zu stützen.

Weiterer Verlauf: Durch 3 Monate war das Knie stark geschwollen; 8 Monate lang war das Bein steif, und es bestanden Schmerzen im Knie. Nach 3 Monaten konnte sie ohne Stock gehen und begann damals, ihre Hausarbeit zu verrichten, sie fühlte aber eine Schwäche im Knie, das leicht nach innen knickte. Nach 6 Monaten ging sie ziemlich gut, auch ausser dem Hause; 1 Jahr nach dem Unfall war sie vollständig arbeitsfähig und hatte keine nachteiligen Folgen durch ihren Knieschaden. Sie konnte nun auch wieder auf dem Boden liegen und scheuern, auch fiel es ihr nicht schwer lange stillzustehen (z. B. beim Wäschewaschen). Bei der Nachuntersuchung nach 2 Jahren betrachtet sie sich als voll-

ständig gesund und gibt an, dass sie keine Beschwerden durch ihren Knieschaden habe. Sie kann jetzt 10 km gehen, ohne Schmerzen im Knie zu bekommen, es pflegt niemals anzuschwellen oder nach Anstrengungen weh zu tun, bei Wetterumschlag fühlt sie aber mitunter »rheumatische» Schmerzen in ihm. Treppen steigen kann sie unbehindert, hat sie aber schwer zu tragen, so setzt sie am liebsten das rechte Bein zuerst vor (dies ist das einzige Symptom von Schwäche im linken Bein).

Status: Kein Hinken, keine Fehlstellung des Beines. Weder Schwellung noch Erguss oder Druckempfindlichkeit. Keine Muskelatrophie. Volle Beugung und Streckung (r = 1). Keine abnorme seitliche Beweglichkeit. Das nach 2 Jahren aufgenommene Röntgenbild zeigt, dass die Depression der lateralen Tibiagelenkfläche zurückgeblieben ist. Die Knorpelhöhe gut erhalten, keine Exostosenwälle um die Ränder der Gelenkflächen.

**65.** Chir. Pol. 1926. Hulda E., 49 Jahre. Frau.

Pat. war vor 6 Monaten mit dem Fahrrade gestürzt und nach rechts gefallen, wobei sie sich das rechte Knie verletzte. Nachher konnte sie sich nicht auf das Bein stützen. Sie wurde in das Krankenhaus in X gebracht, wo eine Röntgenuntersuchung gemacht wurde. Man entdeckte jedoch nur die Fibulafraktur, nicht den Tibiabruch. Das Bein lag durch 5 Wochen in der Schiene; nachher Massage und Bewegungsübungen.

Anfangs musste Pat. mit gekrümmtem Knie gehen und bekam dadurch Schmerzen in der Hüfte. Allmählich bekam sie wieder das volle Streckvermögen, und jetzt geht sie unbehindert ohne Stock und besorgt ihre Hausarbeit. Schwellung des Knies und Empfindlichkeit über dem medialen *Femurepikondylus* besteht jedoch fort. Beide Beine stehen in ca. 10° Valgusstellung (r = 1). Vollständige Streckung. Beugung rechts 90°. Abnorme seitliche Beweglichkeit c. 10°.

Das Röntgenbild zeigt eine alte Fraktur am lateralen Tibiakondylus, dessen Gelenkfläche 3—4 mm hinuntergepresst ist. Die Spongiosa im Kondylus komprimiert, die Knochenstruktur verwischt. Die »Knorpelhöhe» auf der lateralen Seite erhöht. Keine Exostosenwälle. Am medialen Femurepikondylus Stiedas »Schatten» 3 cm lang und bis zu 5 mm breit; um ihn herum deutliche Auftreibung der Weichteile. Fibulafraktur (Abb. 63).

**66.** Chir. 2704/1928. Johan Axel E., 49 Jahre. Fischer.

Aufnahme ins Krankenhaus wegen Appendizitis. Pat. klagte über das rechte Knie, dass er vor 3 Monaten auf folgende Weise verletzt hatte. Er stand in einem Motorboot, dessen Motor im Gang war; die Motorkurbel verfing sich im unteren Rande des rechten Hosenbeines und zog das Bein lateral aufwärts, wobei Pat. hinfiel. Nachher konnte er sich nicht auf das Bein stützen. Er lag 3 Wochen lang zu Hause mit Umschlägen, das Knie schmerzte aber seitdem immer, wenn er lange ging,

und es neigte dazu, sich in Valgusstellung zu biegen. Bei der Aufnahme palpierte man eine empfindliche Exostose am medialen Femurepikondylus.

Klinische Diagnose: Exostose.

Röntgen: Alte, vertikale Fraktur trennt die Tuberositas tract. iliotib. ab. Sie ist in guter Lage geheilt, aber die Mittelpartie der lateralen Knochengelenkfläche ist rauh und 3—4 mm hinuntergepresst. Am medialen Femurepikondylus eine 4 cm lange, papageienschnabel- ähnliche Exostose (»Stiedas Schatten»). Keine Fibulafraktur.

Behandlung: Massage und Bewegungen.

**67.** Chir. 1832/28. Karl Gottfrid E., 49 Jahre. Landarbeiter.

Pat. fiel aus einem Wagen, wobei das rechte Bein am Wagen hängen blieb und in Valgusstellung gebrochen wurde. Bei der Aufnahme Hämarthrose und Druckempfindlichkeit über dem lateralen Tibiakondylus.

Klinische Diagnose: Fraktur.

Röntgen: Die laterale Gelenkfläche im ganzen hinuntergedrückt, die Spongiosa im Kondylus komprimiert. Vom vorderen Rande des lateralen Kondylus geht eine Fissur aus, die sich aber nur eine kurze Strecke verfolgen lässt; ein Fragment scheint nicht abgesprengt zu sein. Der Fibulakopf ist zertrümmert, und der Teil, der die tibiofibuläre Gelenkfläche trägt, ist hinuntergedrückt. An der Tibiaansatzstelle des vorderen Lig. cruciatum ist ein kleines Fragment losgerissen.

Behandlung: Entleerung von 70 ccm Blut. Zirkulärer Gipsverb.

**68.** Chir. B 504/09. Katarina A., 77 Jahre. Frau.

Pat. stieg durch ein Versehen mit dem linken Fuss in einen Kessel, fiel hin und brach das linke Bein über dem Rande des Kessels. Bei der Aufnahme Druckempfindlichkeit über der Tibia.

Klinische Diagnose: Tibiafraktur.

Röntgen: Die laterale Gelenkfläche ist schalenförmig herabgepresst, die Spongiosa im Kondylus komprimiert. Auf dem Seitenbilde ist eine 10 cm lange Fissur zu sehen, die von der Gelenkfläche schräg nach vorne unten geht.

Behandlung: ?

**69.** Chir. 2554/25. Klara Lovisa N., 75 Jahre. Frau.

Pat. fiel rücklings aus der Höhe von 4 Leiterstufen und schädigte ihr linkes Knie. Nachher konnte sie sich nicht auf das Bein stützen.

Klinische Diagnose: Fraktur?

Röntgen: Quergehende Kompression der Spongiosa im Collum tibiae. Vom lateralen Kondylus sind einige kleinere Fragmente abgesprengt; die Knochengelenkfläche ist 2 mm hinuntergepresst. Fraktur des Fibulakopfes; der die tibiofibuläre Gelenkfläche tragende Teil ist abgesprengt.

Behandlung: Zirkulärer Gipsverband, danach dem Seraphimerkrankenhaus überwiesen.

**70.** 1929. Tekla L., 55 Jahre. Frau.

Pat. fiel von einer ca. 1 m hohen Leiter, schädigte ihr rechtes Knie und konnte sich danach nicht auf das Bein stützen.

Klinische Diagnose: Fraktur.

Röntgen: Eine Querfraktur durch das Collum tibiae trennt den ganzen Tibiakopf ab, der im Verhältnis zur Tibiadiaphyse so nach hinten gebogen ist, dass ein nach hinten offener Winkel von 135° entstanden ist. Die laterale Tibiagelenkfläche ist 3—4 mm hinuntergepresst, die Spongiosa im Kondylus komprimiert und von mehreren Fissuren durchschnitten. Splitterfraktur am Capit. fibulae.

Behandlung: Entleerung von 40 ccm Blut, das 5 % Fett enthielt. Die stark winkelige Stellung zwischen Tibiakopf und Diaphyse wurde durch Extension des Beines in Chloräthylnarkose gerade gerichtet. Dies gelang gut, weil aber die Herabpressung der lateralen Gelenkfläche durch kräftige Hyperextension grösser werden würde, begnügte man sich damit, die Winkelstellung um 35° zu korrigieren. Zirkulärer Gipsverband bei Dislokation der Frakturenden um 10° ad axin. Nach 6 Wochen Entfernung des Gipsverbandes. Nach 8 Wochen durfte Pat. sich auf das Bein stützen; zu dieser Zeit war eine aktive Flexion von 100° und volle Extension möglich.

**71.** 1929. Emma B., 47 Jahre. Frau.

Pat. fiel auf einem Abhang vom Fahrrade, kam mit dem linken Bein auf die Erde, fiel auf den Boden und konnte sich danach nicht auf das Bein stützen.

Klinische Diagnose: Fraktur.

Röntgen: Eine Schrägfraktur durch das Collum tibiae trennt den ganzen Tibiakopf ab. Die zentrale Partie der lateralen Tibiagelenkfläche ist 4 mm hinuntergepresst, und die Spongiosa im lateralen Kondylus komprimiert. Der Kondylus ist verbreitert. Keine Fibulafraktur.

Behandlung: Entleerung von 65 ccm Blut mit 3 % Fett. Versuch zu unblutiger Reposition führte zu keinem Resultat. Zirkulärer Gipsverband durch 6 Wochen.

**72.** Chir. A 202/17. Emanuel A., 50 Jahre. Landarbeiter.

Beim Holzfällen fiel dem Pat. ein Stamm gegen die linke Kniekehle, und er konnte sich nachher nicht auf das Bein stützen. Bei der Aufnahme Empfindlichkeit über dem medialen Tibiakondylus.

Klinische Diagnose: Fraktur am medialen Tibiakondylus.

Röntgen: Die Spongiosa im medialen Kondylus ist komprimiert, und die mediale Gelenkfläche in einer nach aussen abfallenden Ebene etwas hinuntergepresst. Der Apex fibulae ist abgerissen und 3 mm aufwärts disloziert.

Behandlung: Entleerung von 15 ccm blutiger Flüssigkeit. Umschläge. Nach 3 Wochen Massage und Bewegungen.

Nach 6 Wochen ist vermerkt: »Gute Beweglichkeit; kein dauernder Schaden durch den Unfall».

**73.** Chir. Pol. 1921. Karl Gustaf B., 57 Jahre. Tischler.

Pat. sprang auf der Landstrasse von einem Fuhrwerk und fiel hin. Er fühlte heftigen Schmerz im rechten Bein, auf das er sich nachher nicht stützen konnte. Das Kniegelenk schwoll stark an.

Klinische Diagnose: Fractura fibulae?

Röntgen: Quergehende Kompressionsfraktur durch die Tibia 4 cm unterhalb vom Gelenk; stärkere Zusammenpressung auf der lateralen Seite, wodurch eine bedeutende Valgusstellung aufgetreten ist. Der Fibulakopf ist zersplittert und hinuntergedrückt (Abb. 39).

Behandlung: Gipsverb. durch 2 Monate.

Weiterer Verlauf: Nach 2 Monaten begann Pat. sich auf das Bein zu stützen; nach einem weiteren Monat war das Knie ziemlich geheilt und er brauchte nur einen Stock beim Gehen. Nach 4 Monaten ging er gut, nach 6 Monaten war das rechte Knie ebenso gebrauchsfähig wie das linke, und Pat. konnte seine Tischlerarbeit wieder aufnehmen. Bei der Nachuntersuchung nach 5 Jahren keine Beschwerden durch seinen alten Knieschaden, beide Beine sind aber in schlechtem Zustande, wegen sehr starker Krampfadern, die Schwellung und Schmerzen unterhalb der Waden und am Rist hervorrufen, wenn Pat. lange steht oder geht. Er geht höchstens 2—3 km und bedient sich eines Stockes, was er indes auch vor dem Unfalle getan hatte. Radfahren kann er dagegen vorzüglich sogar ein paar Meilen. — Vor 20 Jahren hatte Pat. sich einen Bruch im Fussgelenk zugezogen, was ihm bedeutend grössere Beschwerden verursachte als der Knieschaden.

Status nach 5 Jahren: Ca. 15° Valgusstellung am rechten Bein. Gleich unterhalb vom Kniegelenk ist der rechte Unterschenkel etwas breiter als der linke. Unbedeutende Hypertrophie der Fettwülste am rechten Kniegelenk; kein Erguss. Vollständige Beugung und Streckung (r = l), rechts etwas geringere Rotation. Keine abnorme seitliche Beweglichkeit. Auf dem Röntgenbilde ist der Bruch nicht mehr sichtbar, aber 4 cm unterhalb vom Gelenk ist die Tibia gekrümmt und bildet einen nach aussen offenen Winkel von ca. 160°. Die »Knorpelhöhe» normal, keine Exostosenwälle. Der Fibulabruch ist unter Zurücklassung einer blasigen Knochenstruktur im Kapitulum geheilt.

**74.** Chir. 2622/25. Gunnar Fritz F., 35 Jahre. Musiker.

Pat. sprang von einer $^3/_4$ m hohen Treppe auf die Strasse und kam mit seiner ganzen Körperschwere auf das gerade ausgestreckte linke Bein zu Boden, wobei er einen heftigen Stoss in die Extremität fühlte. Er fiel um und konnte sich nachher nicht auf das Bein stützen.

Klinische Diagnose: Fraktur?

Röntgen: Quergehende Kompressionsfraktur durch die Tibia 4 cm unterhalb vom Gelenk; die Diaphyse fast 1 cm tief in den Tibiakopf

eingekeilt. Fissur durch die innere Hälfte der lateralen Gelenkfläche. Fibulafraktur.

Behandlung: Durch 8 Wochen zirkulärer Gipsverband, dann Massage und Bewegungen.

Weiterer Verlauf: Nach 3 Monaten konnte Pat. unbehindert ohne Stock gehen, fühlte aber eine gewisse Schwäche, wenn er rasch ging. Bei der Nachuntersuchung nach 10 Monaten ist das Knie vollständig gesund, und Pat. merkt in Bezug auf die Funktionsfähigkeit keinen Unterschied zwischen dem rechten und linken Knie. Rechts Valgusstellung von 10°, links 15°. Vollständige Streckung und Beugung, keine abnorme seitliche Beweglichkeit. Das nach 10 Monaten aufgenommene Röntgenbild zeigt eine verdichtete Spongiosa mit verwischter Knochenbalkenzeichnung an der Stelle der Fraktur. Die laterale Gelenkfläche ist ganz unbedeutend (1—2 mm) hinuntergedrückt. Die »Knorpelhöhe» normal. Keine Exostosenwälle.

**75.** Chir. B 255/18. Alfred Lj., 38 Jahre. Maurer.

Pat. fiel von einem stockhohen Gerüst und schädigte das linke Knie, sodass er sich nicht auf das Bein stützen konnte. Bei der Aufnahme Hämarthrose und Zeichen einer Tibiafraktur.

Klinische Diagnose: Fraktur an den Tibiakondylen.

Röntgen: Quergehende Kompressionsfraktur durch die Tibia 3—4 cm unterhalb vom Gelenk; die Diaphyse 1 cm tief in den Tibiakopf eingekeilt. Die Zusammenpressung auf der lateralen Seite ausgesprochener, wodurch 15° Valgusstellung entstanden ist. Vom äusseren Rande des lateralen Kondylus ist ein kleineres Fragment abgesprengt. Keine Fibulafraktur.

Behandlung: Punktion, Schiene durch 3 Wochen, dann Entlassung mit Gipsverband um das Knie.

Weiterer Verlauf: Nach 5 Wochen ist vermerkt: »Pat. kann sich unbehindert auf das Bein stützen. Kein Erguss im Gelenk. Vollständige Streckung, Beugung 90°, etwas abnorme seitliche Beweglichkeit.»

**76.** Chir. 83/29. Maria G., 56 Jahre. Frau.

Pat. fiel eine Treppe hinunter und schädigte ihr linkes Knie, sodass sie sich nicht auf das Bein stützen konnte.

Klinische Diagnose: Fraktur.

Röntgen: Quergehende Kompressionsfraktur durch den Tibiahals; die Diaphyse ca. 1 cm in den Tibiakopf eingekeilt. Eine zentrale Partie der lateralen Gelenkfläche ist 7—8 mm in den Tibiakopf hinuntergepresst, und vom lateralen Rande des Kondylus ist ein gut daumenendgrosses Fragment abgesprengt. Fraktur am Fibulakopf.

Behandlung: 6 Wochen zirkulärer Gipsverband. Während dieser Zeit eine Thrombose im linken Bein und Zeichen einer leichten Lungenembolie.

## C. Kleine Skelettveränderungen.

**77.** Chir. 251/1929. Karl J. N., 52 Jahre. Fabrikant.

Pat. zog sich bei einem Automobilunfall eine Splitterung der Patella zu. Auf dem Röntgenbilde ist ausser der Splitterfraktur der Patella eine ca. 4 cm lange, von der inneren Hälfte der lateralen Gelenkfläche ausgehende Fissur im lateralen Tibiakondylus zu sehen. Die Knochengelenkfläche des Kondylus zeigt hier eine unebene Kontur. Unter der Eminentia findet sich eine nach oben konkave Bogenlinie sowie Verwischtheit in der Spongiosazeichnung, ein Bild ähnlich dem, wie es sich in gewissen Fällen von Hyperextension ergibt (s. Abb. 13). Ein kleines Fragment, wahrscheinlich die Ansatzstelle des vorderen Ligament. cruciatum, ist aus der Fossa intercond. ant. losgerissen und ein paar mm nach oben disloziert. Die Veränderungen an der Tibia wie an der Patella sprechen für ein Hyperextensionstrauma (mit direkter Gewalteinwirkung gegen die Patella).

**78.** Chir. 89/26. Helga A., 31 Jahre. Fräulein.

Pat. glitt aus, fiel nach der linken Seite und bekam dabei das linke Bein unter sich. Als sie aufstehen wollte, hatte sie das Gefühl, als ob etwas zerrissen wäre. Sie konnte nur schwer 100 m gehen und fuhr dann nach Hause. Am folgenden Tage suchte sie einen Arzt auf.

Klinische Diagnose: Fissur im oberen Teil der Fibula.

Röntgen: An einem 1 cm. nach aussen vom lateralen Tuberkulum gelegenen Punkt beginnend, geht eine Fissur durch den lateralen Tibiakondylus vertikal nach unten und erreicht die äussere Tibiafläche 6 cm unterhalb vom Gelenk. Keine Dislokation der abgesprengten Partie. Keine Fibulafraktur.

Behandlung: Bettruhe und Umschläge.

Weiterer Verlauf: Nach 3 Wochen begann Pat. sich auf das Bein zu stützen. Nach 4 Monaten war das Knie vollständig gesund.

**79.** Chir. Pol. 1926. Hildegard A., 30 Jahre alt. Frau.

Pat. ging auf einem Schneefeld, sank plötzlich mit dem gestreckten rechten Beine in einen Graben und stiess mit dem Fuss heftig auf den Boden. Sie hörte, wie es im Knie krachte, und empfand gleichzeitig heftigen Schmerz in der Aussenseite des Knies. Als sie weiterging, merkte sie, dass es dazu neigte, nach innen einzuknicken, und dass es sehr schmerzhaft war, wenn sie sich darauf stützen wollte. Unmittelbar danach schwoll das Knie an. Ungefähr 8 Tage lang ging Pat. mit Umschlägen um das Knie hinkend zu Hause herum, wobei die Schwellung etwas zurückging; der Schmerz beim Gehen hielt jedoch an. Bei der Aufnahme keine Fehlstellung, leichter Erguss im Knie, Druckempfindlichkeit über dem lateralen Tibiakondylus. Bei Ab- und Adduktion des Unterschenkels starker Schmerz im lateralen

Kondylus; etwas Schmerz auch bei Stoss in der Längsrichtung. Volle Beweglichkeit im Knie.

Klinische Diagnose: Fraktur?

Röntgen: Vertikale Fissur im lateralen Tibiakondylus, die von der Grenze zwischen dem inneren und dem mittleren Drittel der Gelenkfläche ausgeht und sich einige cm nach unten erstreckt. Das Röntgenbild ist nicht beweisend, aber mit der Anamnese und den klinischen Symptomen zusammengestellt, macht es die Diagnose recht sicher.

Behandlung: Bei Ruhelage und Umschlägen heilte das Knie bald und war nach 6 Wochen vollkommen gesund.

**80.** Chir. 2899/25. Gottfried K., 21 Jahre. Landarbeiter.

Bei der Waldarbeit war dem Pat. ein stürzender Baum gegen die Aussenseite des linken Knies gefallen. Nachher konnte er sich nicht auf das Bein stützen. Bei der Aufnahme Erguss im Gelenk und Empfindlichkeit über dem lateralen Tibiakondylus.

Klinische Diagnose: Fraktur.

Röntgen: Fissur im lateralen Tibiakondylus. Keine Dislokation, weshalb der Schaden schwer zu entdecken war; 3 cm unterhalb vom Gelenk findet sich jedoch auf der lateralen Seite eine kleine Kerbe in der Kontur, und von hier aus kann man eine kleine Fissur gegen die Gelenkfläche hinauf verfolgen. Weichteilsschwellung an der Medialseite des Gelenks.

Behandlung: Zirkulärer Gipsverb. durch 2 Wochen.

Weiterer Verlauf: Nach 4 Monaten war das Knie vollständig gesund. Volle Beweglichkeit. Kein Erguss. Auf dem Röntgenbilde ist nur eine kleine periostale Auflagerung längs der Aussenseite des lateralen Kondylus zu sehen.

**81.** Chir. Pol. 1927. Johan E. C., 33 Jahre. Feldwebel.

Bei einer militärischen »ganzen Wendung» blieb Pat. mit dem Fuss hängen und fiel auf die Seite. Er hatte danach Schmerzen im Knie, das »schwach» war, suchte aber erst einen Arzt auf, als er sich, etwa 1 Jahr später, das Knie wieder in derselben Weise verletzt hatte, diesmal allerdings leichter.

Klinische Diagnose: »Freier Körper» im Gelenk?

Röntgen: Alte Kompressionsfraktur(?) an der lateralen Gelenkfläche, die an den inneren 2 Dritteln ihrer Fläche schalenförmig vertieft ist. Die Depression ist etwas medial von der Mitte der Gelenkfläche am stärksten (ca. 3—4 mm tief). Die Knochengelenkfläche ist hier sklerosiert, sonst ist jetzt keine Veränderung der Spongiosa zu sehen.

Die Beschwerden rühren wahrscheinlich von einem gleichzeitig entstandenen Schaden am Ligamentapparat her.

**82.** Chir. Pol. 1929. Gottfrid L., 55 Jahre. Arbeiter.

Vor 4 Monaten fiel Pat. von 5 m. Höhe herab und schädigte sein rechtes

Knie, das seit dieser Zeit steif und geschwollen war. Bei der Aufnahme Schwellung und Empfindlichkeit über dem medialen Femurkondylus.

Klinische Diagnose: Distorsion.

Röntgen: Auf dem medialen Femurepikondylus liegt eine 2 cm lange und 3 mm dicke kalkdichte Scheibe, die durch ein Spatium von 1 mm vom Knochen getrennt ist (»Stiedas Schatten»). Bedeutende Auftreibung der Weichteile um dieses Gebilde. 6 mm lateral von der Spitze des lateralen Tuberkulums findet sich eine Einkerbung in der Kontur der Gelenkfläche, und lateral davon ist die Gelenkfläche auf einem kleinen Gebiet 1—2 mm hinuntergepresst. Hier hat eine kleine Kompressionsfraktur vorgelegen, die sicherlich bei dem vor 4 Monaten erlittenen Trauma gleichzeitig mit dem jetzt verkalkten Hämatom der Medialseite entstanden ist (Abb. 65).

Behandlung: Massage.

**83.** Chir. 2427/26. Per J. M., 38 Jahre. Maler.

Vor 14 Tagen wollte Pat. von einem 1 m hohen Gerüst hinuntersteigen, verfehlte dabei die Leiter und kam mit dem linken Fuss direkt auf den Boden. Er fühlte durch das gestreckt gehaltene linke Bein einen starken Stoss und gleichzeitig Schmerz in der Aussenseite des Knies, fiel aber nicht um. Nachher konnte er sich auf das Bein stützen, hatte aber dabei das Gefühl mangelhafter Stabilität. Einige Zeit später bemerkte er, dass das Knie geschwollen war. Nach 14 Tagen suchte er den Arzt auf, das Gelenk wurde punktiert und blutige Flüssigkeit entleert.

Klinische Diagnose: Meniskusschaden?

Röntgen: Auf dem nach 3 Monaten aufgenommenen Röntgenbilde sieht man eine kleine Herabpressung der Mittelpartie der lateralen Gelenkfläche (ca. 2 mm). Unmittelbar oberhalb von dieser Stelle ein kleiner Fettstreifen zwischen den Kondylen.

6 Monate nach dem Trauma kam Pat. wieder, weil das Knie sich nicht gebessert hatte. Er hatte Schmerzen beim Beugen und Strecken, aber keine Sperrungssymptome. Aus dem Gelenk wurden 70 ccm blutige, dicke Flüssigkeit entleert. Das Röntgenbild zeigt dieses Mal eine fleckige Atrophie im Knieskelett. Die kleine Kompression der lateralen Gelenkfläche tritt noch deutlicher hervor, der Fettstreifen ist aber verschwunden. *Operation:* (Nyström) »Schrägschnitt längs der lateralen Gelenkspalte. Ausser einer Ruptur in der vorderen Ecke des lateralen Meniskus vom freien Rande ungefähr bis zur Hälfte der Breite des Meniskus waren keine Veränderungen zu beobachten. Der Meniskus wurde entfernt.»

Wahrscheinlich war die Meniskusruptur durch dasselbe Trauma entstanden wie die kleine Kompression der Gelenkfläche. Dass die letztere bei der Operation nicht beobachtet werden konnte, beruhte wahrscheinlich darauf, dass der Knorpel ungeschädet war, wodurch sich die Kompression verbarg. Nach meiner Erfahrung von experimentell hervorgerufenen Frakturen können solche kleine Kompressionen an der *Knochen*gelenkfläche leicht der Aufmerksamkeit entgehen, auch

wenn man die ganze knorpelbekleidete Tibiaoberfläche im Detail untersuchen kann.

**84.** Chir. B 615/22. Gunnar V., 20 Jahre. Student.

Beim Fussballspiel stürzte ein Gegenspieler gegen die Aussenseite des rechten Beines des Pat., das sich nach innen bog, wodurch der Unterschenkel in starke Abduktionsstellung geriet. Bei der Aufnahme die stärkste Empfindlichkeit medial über der Gelenkspalte. Abnorme Abduktion 15°.

Klinische Diagnose: Zerreissung des medialen Kollateralligaments im rechten Kniegelenk.

Röntgen: Das Knie steht in starker Valgusstellung, die Gelenkspalte auf der medialen Seite erweitert, auf der lateralen Seite verengt. Der laterale Rand des äusseren Tibiakondylus ist in kleinen Fragmenten gesprengt. Weichteilauftreibung und vermehrte Gefässzeichnung in der Subkutis an der medialen Seite des Knies (Abb. 68).

Behandlung: Nach 1 Woche entlassen mit zirkulärem Gipsverband, den Pat. einen Monat lang behielt; dann Massage.

Weiterer Verlauf: Nach 4 Jahren teilt Pat. mit: »Erst nach einem halben Jahre konnte ich gehen, ohne zu hinken, bei grösseren Anstrengungen schwoll das Knie aber immer noch an. Ich kann nicht sagen, dass das Knie vollständig in Ordnung ist, da ich es nach Bewegungen mit starkem Beugen, z. B. beim Radfahren, sehr schwach fühle, was sich vor allem bei Beanspruchung schräg nach vorn und innen bemerkbar macht. Es ist nicht so biegsam wie das andere Knie, sperrt sich aber nicht. Beim Beugen kracht es etwas. Meiner Wehrpflicht konnte ich als vollständig dienstfähig ohne Schwierigkeit Genüge leisten.»

**85.** Chir. A 472/22. Anna N., 41 Jahre. Fräulein.

Pat. wurde aus einem Automobil geschleudert und schädigte ihr rechtes Knie. Bei der Aufnahme Schwellung und Druckempfindlichkeit über dem lateralen Tibiakondylus.

Klinische Diagnose: Fraktur?

Röntgen: Der laterale Rand des äusseren Tibiakondylus ist hinuntergepresst, die Gelenkfläche bildet hier eine nach aussen abfallende Facette, die in frontaler Richtung ca. 1 cm breit ist. Einige korngrosse Fragmente vom Tibiarande abgesprengt.

Behandlung: Entleerung einer geringen Menge blutiger Flüssigkeit. Druckverband.

Weiterer Verlauf: Pat. lag einen Monat lang mit Umschlägen zu Bett und begann dann, sich auf das Bein zu stützen. Das Knie wurde bald beweglicher. Pat. fühlte aber lange Müdigkeit in ihm. Nach 6—8 Monaten fühlte sie es vollständig gesund. Im letzten Jahre bekam sie Beschwerden in Form von Müdigkeit im Knie, »rheumatische» Schmerzen und Steifigkeit. Ähnliche Symptome in den Schultergelenken und im linken Knie, am meisten aber im geschädigten rechten Knie.

Bei der Nachuntersuchung nach 4 Jahren kann Pat. ohne Stock gehen, wird aber rasch müde, sie geht höchstens 3—4 km. Das Knie sperrt sich nicht, knarrt aber stark.

Keine Fehlstellung des Beines. Das linke Knie ist etwas dicker als das rechte und die Fettwülste an den Seiten der Patella treten viel stärker hervor. Kein Erguss. Volle Streckung, Beugung und Rotation. Das nach 4 Jahren aufgenommene Röntgenbild zeigt noch eine herabgepresste Facette am äusseren Rande der lateralen Gelenkfläche. Kleine Exostosenwälle in beiden Kniegelenken (r = l).

**86.** Chir. Pol. 1927. Karl E., 35 Jahre. Arbeiter.

Während der Arbeit in einer Kiesgrube fiel dem Pat. ein grosser Stein gegen die Aussenseite des linken Unterschenkels. Das Bein brach nach innen im Kniegelenk. Empfindlichkeit über der Fibula.

Klinische Diagnose: Fibulafraktur.

Röntgen: Der laterale Rand der Gelenkfläche des äusseren Tibiakondylus ist hinuntergedrückt und bildet eine nach aussen abschüssige Facette. Ein erbsengrosses Fragment ist abgesprengt. Fissur durch die Fibula 10 cm unterhalb vom Gelenk.

Behandlung: Nicht bekannt.

**87.** Chir. Pol. 1926. Sigrid L., 58 Jahre. Frau.

Vor einer Woche schädigte Pat. ihr Knie. Sie war einen glitschigen Abhang hinuntergegangen und ausgerutscht. Das linke Bein, auf dem sie stand, rutschte plötzlich, so dass Pat. mit ihrer Körperschwere auf das rechte Bein fiel, welches sie eben etwas im Kniegelenk gebogen hielt. Als sie fiel, knickte das Knie nach vorne und nach innen. Pat. fühlte grossen Schmerz, konnte nachher aber etwas auf dem Bein gehen, wenn auch nur schwer.

Bei der Aufnahme Empfindlichkeit über der lateralen-hinteren Partie des äusseren Tibiakondylus sowie über der ganzen Innenseite des Knies. Leichter Erguss. Abduktion des Knies rief starken Schmerz hervor, Adduktion einen beträchtlich geringeren.

Klinische Diagnose: Contusio genu.

Röntgen: Eine kleine lateral-hintere Partie des äusseren Tibiakondylus zertrümmert. An der medialen Seite der Tibia ist ein kleines Fragment losgerissen, wahrscheinlich mit der Kapselansatzstelle.

Behandlung: Gipsschiene durch 3 Wochen.

**88.** Chir. 1336/1928. Per L., 20 Jahre. Ladendiener.

Pat. fiel beim Fussballspiel. Er stürzte auf die rechte Seite mit dem gestreckten einwärtsrotierten linken Bein über das gebeugte rechte. Ein Mitspieler presste den linken Unterschenkel des Pat. stark gegen die Erde, sodass das Bein im Kniegelenk in Varusstellung über dem gebeugten rechten Bein brach. Bei der Aufnahme war das linke Knie geschwollen, sein Umfang 15 cm grösser als der des rechten, und es liess

sich nur bis zu 90° beugen. Der Unterschenkel konnte in gestreckter Stellung etwas abduziert, aber nicht adduizert werden. Empfindlichkeit über der Innenseite des Knies, am meisten über dem Tibiakondylus.

Klinische Diagnose: ?

Röntgen: Herabpressung des Randes des medialen Tibiakondylus auf einem kleinen Gebiet etwa 1 cm vor der Sagittalebene des Gelenks.

Behandlung: Zirkulärer Gipsverband durch 14 Tage.

**89.** Chir. 1177/26. Ernst F. M., 36 Jahre. Schneider.

Pat. fiel in berauschtem Zustande hin, und eine andere Person über ihn; wie dies geschah, darüber kann er nichts Näheres angeben. Er schädigte sein rechtes Knie, sodass er sich nachher nicht auf das Bein stützen konnte. Bei der Aufnahme Erguss im rechten Kniegelenk, maximale Empfindlichkeit über dem Fibulakopf und dem unteren Teil des lateralen Femurkondylus.

Das Röntgenbild zeigt, dass die Tuberositas tract. iliotib. *abgerissen* ist. Die laterale Gelenkfläche ist ungeschädigt; nur die Ansatzstelle des Tract. iliotib. ist abgerissen. Sonst kein sicherer sichtbarer Knochenschaden. Die Empfindlichkeit über dem Apex fibulae und dem unteren Teil des lateralen Femurkondylus kann darauf deuten, dass auch das Kollateralligament abgerissen ist.

Behandlung: Zirkulärer Gipsverband, Entlassung nach 3 Tagen.

Weiterer Verlauf: Gipsverband durch 4 Wochen, dann Massage. 3 Monate lang hatte er Schmerzen im Knie, das mindestens 4 Monate lang steif und geschwollen war. Sofort nach Entfernung des Gipsverbandes begann Pat., seiner gewöhlichen Arbeit. $^1/_2$ Jahr lang ging er mit einem Stock, konnte aber dann ungehindert sowohl in koupiertem Terrain wie treppab und -auf gehen. 1 Jahr nach dem Unfall fühlte Pat., als er über einen Zaun sprang, plötzlich Schmerz im Knie, und wenn er lange mit übereinandergeschlagenen Beinen sitzt, bekommt er mitunter ein gewisses Gefühl des Eingeschlafenseins im geschädigten Knie; sonst machen sich keine Folgen des Bruches bemerkbar.

Status: Keine Fehlstellung, keine Schwellung oder Empfindlichkeit. Keine Muskelatrophie. Volle Beweglichkeit (r = l). Keine abnorme seitliche Beweglichkeit, kein Knarren im Gelenk. Der Gang normal. — — — Das nach 3 Jahren aufgenommene Röntgenbild zeigt eine etwas mehr als gewöhnlich hervortretende Tuberositas tract. iliotib. und eine kleine Verkalkung auf der medialen Seite des medialen Femurkondylus. Sonst nichts Bemerkenswertes.

**90.** Chir. 1028/25. Martin J., 32 Jahre. Holzarbeiter.

Pat. fiel von einem Gerüst und schädigte seinen linken Unterschenkel. Bei der Aufnahme Erguss im Kniegelenk und Symptome einer Unterschenkelfraktur.

Klinische Diagnose: Fraktur.

Röntgen: 8 cm unterhalb vom Kniegelenk schräg- und quergehende

Frakturen und Fissuren durch die Tibia, alle in guter Lage. Auf der Dorsalseite verläuft eine 12 cm lange Fissur in der Längsrichtung der Tibia hinauf zur Eminentia intercond., wo sie zwischen den Tuberkula endigt. Keine Schäden an den Gelenkflächen. Fraktur an Patella und Fibula.

Behandlung: Entleerung von 25 ccm blutiger Flüssigkeit. Nach 3 Wochen mit zirkulärem Gipsverband entlassen.

**91.** Chir. B 622/20. E. W., 45 Jahre. Feuerwehrmann.

Pat. stieg mit dem rechten Fuss in einen steinernen Abzugskanal und schlug mit dem linken Unterschenkel ungefähr eine Handbreit unterhalb vom Knie gegen den Steinrand.

Klinische Diagnose: Fraktur.

Röntgen: Splitterfraktur an der Tibia einen dm unterhalb vom Kniegelenk. Von dieser zersplitterten Partie geht eine sehr feine Fissur nach oben in der Längsachse der Tibia zur Eminentia intercond., wo sie zwischen den Tuberkula endigt. Die Spitze des lateralen Tuberkulums scheint abgesprengt zu sein. Keine Dislokation der Tibiakondylen. Die Gelenkflächen nicht geschädigt.

Behandlung: 14 Tage lang Schiene, danach ein zirkulärer Gipsverband. Während des Gipsens und einen Tag danach traten Zeichen von Embolie auf. 5 Wochen lag Pat. im Gipsverband; danach Massage und Bewegungsübungen.

Status nach 6 Jahren: Pat. geht unbehindert und hat nie irgendwelche Symptome vom Knie. Der linke Unterschenkel ist dicker als der rechte, im Aussehen besteht aber kein Unterschied zwischen den Kniegelenken. Ein dm unterhalb vom Knie ist der linke Unterschenkel ungefähr 10° medial gebogen. Vollständiges Beuge- und Streckvermögen im linken Knie. Das nach 6 Jahren aufgenommene Röntgenbild zeigt eine gut konsolidierte Fraktur. Am lateralen Tuberkulum eine kleine Unregelmässigkeit, das Kniegelenk sonst aber o. B.

## Literatur.


ALBERS, E. Beitrag zur Kenntnis der Kompressionsfrakturen des oberen Endes der Tibia, Zentralbl. f. Chir. 1895.

ALBERT, Die Architektur der Tibia, Wiener mediz. Wochenschrift 1900.

ALBRECHT, Zur Anatomie des Kniegelenkes, Deutsche Zeitschrift f. Chir., Bd 7, 1877.

ANZOLETTI, A., La frattura indiretta dei condili tibiali ed il suo meccanismo, Arch. internat. de chir. 1906 (Ref. Zentralbl. f. Chir. 1907).

BARBILIAN, N., Fractures du plateau tibial, Journal de chir. 1926.

BEC et HADENGUE, Un cas de fracture cunéiforme de l'extrémité supérieure du tibia, Paris médical 1918.

BENNINGHOFF, A., Form und Bau der Gelenkknorpel in ihren Beziehungen zur Funktion, Zeitschrift f. Zellforschung u. mikroskopische Anat. 1925 und Zeitschrift f. Anat. u. Entwicklungsgesch. 1925.

—— Über den funktionellen Bau des Knorpels. Verhandl. d. anat. Ges. 1922.

BÉRARD, Fracture grave du plateau tibial par traumatisme léger, Lyon chirurgical 1925.

BLAISDELL, F., Fracture of the tibial spine, Arch. of surgery 1922.

BLAKE, J. B., Diagnosis and treatment of fractures involving the knee-joint, Annals of surgery, Bd 58, 1913.

BÖHLER, L., Die Technik der Knochenbruchbehandlung, Wien 1929.

BORGHI, Le traitement des fractures articularies de l'extrémité supérieur du tibia; considérations anatomo-pathologiques et résultats éloignés, Arch. di Ortopedia, vol. 43 (Ref. Révue d'orthopédie mai 1928), Milano.

BOVIN, Om traumatiska meniskrubbningar i knäleden, Upsala Läkarförenings förh. N.F. 8, 1902—1903.

BRISTOW, Anatomical variation of the semilunar cartilage, Proc. of the Roy. Soc. of Medicine, Bd 21: 1, 1928.

BROCQ et PANIS, Technique de l'intervention sanglante dans les fractures condyliennes du tibia, Journal de chirurgie 1925.

BULL, Fractura eminenta intercondyloidea, Forhand. i den kirurg. forening, Oslo 1919—20.

BURNHAM, Compression fracture of the upper extremity of the tibia, Medical Record, Bd 86, 1914.

Carey, E., Studies in the dynamics of histogenesis, Radiology 1929.
Chevassu, Fracture de la tubérosité ext. du tibia, Bull. et mém. Soc. chir. Paris 1906.
Chevrier, Structure architecturale de l'extrémité inférieure du fémur, Bull. et mém. Soc. anat. Paris 1906.
Cohn, I., Observations on the normally developing knee, Arch. of surgery 1922.
—— Normal bones and joints, Annals of Roentgenology, vol. IV.
Colp-Klingenstein, A roentgen-ray study of the injected knee joint, Arch. of surgery, Bd 11, 1925.
Corner, Case of fractured spine of the tibia, Proc. Roy. Soc. Med. 1914.
Corvisy, Fractures de l'extrémité supérieure du tibia, Thèse, Bordeaux 1912.
Crillovich, R., Über geschlossene intraarticuläre Frakturen und traumatische Luxationen des Kniegelenkes, Arch. f. orthopäd. u. Unfall-Chirurgie, Bd XXV, 1927.
Cubbins, Conley and Seiffert, Fractures of the lateral tuberosity of the tibia with displacements of the lateral meniscus, Surg. Gyn. Obst. jan. 1929.
Damiot, Fractures de l'extrémité supérieure du tibia, Thèse, Paris 1906.
Dehelly, Ecrasement du plateau tibial. Reconstitution de ce plateau par greffons ostéopériostiques, Bull. et mém. Soc. nat. de chirurgie 1927.
Demel, R., Über Binnenverletzungen des Kniegelenkes, Arch. f. klin. Chir., Bd 130, 1924.
Desgouttes et Ricard, A propos du traitement des fractures de l'extrémité supérieure du tibia, Journal de chirurgie 1925.
Desguin, De la fracture unicondylienne du tibia à trait vertical, Bull. Acad. Roy. de méd. de Belge 1909.
Dittel, Über intraarticuläre Verletzungen am Knie, Medizin. Jahrbücher von Stricker, Wien 1876.
Dujarier, Bull. et mém. Soc. chir. 1920—1921.
Edwards, A., Operative repair of cruciate ligaments in severe trauma of knee, British Jour. of surgery, Bd. 13, 1925—26.
Erkes, F., Weiterer Erfahrungen mit physiologischer Schnittführung zur Eröffnung des Kniegelenks, Beiträge z. klin. Chirurgie 1929.
Ewald, Kniegelenksverstauchung und Abriss des medialen Seitenbandes, Deutsche Zeitschrift f. Chirurgie, Bd 117, 1912.
Exner, O., Über die Brüche der Tibia an ihrem oberen Ende, Diss. Berlin 1888.
Fassbender, Ein Fall von Kompressionsfraktur des oberen Tibiaendes, Diss. Kiel 1901.
Fick, R., Anatomie und Mechanik der Gelenke I—III, Jena 1911.
Fisher Timbrell, The treatment of internal derangements of the knee-joint, The Lancet 1923.

Fisher Timbrell, Principles of treatment by manipulation of some chronic disorders of the knee-joint following injury, The Lancet 1925.

Fowler, R. H., External dislocation of the knee, Jour. Am. med. Ass., N:r 27, 1911.

Gebhardt, W., Archiv f. Entwicklungsmechanik Bd. 11—12.

Godee, A case of longitudinal fracture of the tibia, The Lancet 1904.

Goetjes, H., Über Verletzungen der Ligamenta cruciata des Kniegelenks, Deutsche Zeitschrift f. Chirurgie, Bd 123, 1913.

—— Umschriebene Binnenverletzungen des Kniegelenks, Ergeb. d. Chirurgie und Orthopädie 1914.

Groves, H. E., Operation for the repair of the crucial ligaments, The Lancet 1917.

Grashey, R., Atlas typischer Röntgenbilder, Lehmanns medizin. Atlanten Bd V.

Gümbel, Th., Die Brüche des Schienbeinkopfes. Deutsche Zeitschrift f. Chirurgie, Bd 103, 1910.

—— Isolierter Bruch des Condylus internus tibiae. Deutsche Zeitschrift f. Chirurgie, Bd 107, 1910.

Gurau, Ein Fall von Compressionsfractur des Condylus ext. tibiae, Deutsche Zeitschrift f. Chirurgie 1895.

Hadengue, Fracture de l'extrémité supérieure du tibia, Bull. et mém. Soc. radiol. Paris 1920.

Heydenreich, Des fractures de l'extrémité supérieure du tibia, Thèse Paris 1877 (Ref. Ricard).

Hints, Über die isolierte Zerreissung der Hilfsbänder der Gelenke, Arch. f. klin. Chirurgie, Bd 64, 1901.

Hoffa, A., Über R-bilder nach Sauerstoffeinblasung in das Kniegelenk, Berliner klin. Wochenschrift 1906.

Hönigschmidt, Leichenexperimente über die Zerreissung der Bänder am Kniegelenk, Deutsche Zeitschrift f. Chirurgie 1893.

Hultkrantz, Über die Spaltrichtungen der Gelenkknorpel, Verhandl. d. anat. Gesellschaft, Kiel 1898.

Jaroschy, W. Zur Frage des vollständigen Ersatzes der Kreuzbänder des Kniegelenks, Beiträge z. klin. Chirurgie 1929.

Joachimstahl, Über Struktur, Lage und Anomalien der menschlichen Kniescheibe, Arch. f. klin. Chirurgie 1902.

Jacobsohn, Todesfall bei Sauerstoffinsufflation eines Kniegelenks, III. Kongress d. deutsch. R-gesellschaft 1907.

Kaiser, J., Unfallmedizinische Studie über die Fraktur des Tibiakopfes, Rev. suisse des acc. du travail 1927 (Ref. Zentralorgan f. d. ges. Chir. 1928).

Kautz, Beitrag zur Kenntnis des Stiedaschen Knochenschattens im Kniegelenk, Fortschr. a. d. G. d. Röntgenstrahlen 1917—18.

Kienböck, Ein Fall von Abbruch d. Tuberositas tibiae samt Teil des Condylus, Fortschr. a. d. G. d. Röntgenstrahlen 1910.

KIRCHMAYER, Das Röntgenbild als diagnostisches Hilfsmittel bei Zerreissungen der Kniegelenksbänder, Fortschr. a. d. G. d. Röntgenstrahlen 1919—20.

KLAPP, R. Über den Spaltbruch des Schienbeinkopfes und seine Behandlung, Der Chirurg 1929.

KLEINBERG, S. Pulmonary embolism following oxygen injection of a knee, Jour. Am. med. Ass. vol. 89, 1927.

KLING, D., Fat in traumatic effusions of the knee joint, Amer. Jour. Surgery 1929 (Ref. Zentralorgan 1929).

KNAGGS, A case of fracture of the upper end of the tibia from indirect violence, The Lancet 1906.

KÖHLER, O., Über die isolierte Ausreissung der Lig. cruc. des Kniegelenks, Deutsche Zeitschrift f. Chirurgie, Bd 106, 1910.

KÖHLER, A. Grenzen des Normalen und Anfänge des Pathologischen im Röntgenbilde, 1928.

KÖNIG, Zur Behandlung der Brüche im Schienbeinkopf, Zentralbl. f. Chirurgie 1928.

KRAUSE, W., Skelet der oberen und unteren Extremität, Handb. d. Anatomie des Menschen 1909.

KURLANDER, Fracture of the spine of the tibia, Surg. Gyn. Obstr. Bd 20, 1915.

—— Fracture of the spine of the tibia, Jour. Am. Med. Ass. 1921 vol. 77.

LABEY, Fracture unicondylienne interne du tibia, Bull. et mém. Soc. chir. Paris 1923.

LEE and LEVERING, Fractures involving joints, Annals of Surgery 1921.

LEVY, Zentralblatt f. Chir. 1910.

LEMERCIER, Fractures unicondyliennes du tibia, Thèse. Paris 1913.

LINKENHELD, Doppelseitige Rissfraktur der Tuberositas tibiae, Deutsche Zeitschrift f. Chirurgie, Bd 87, 1907.

LOEW, Condylenbrüche des Kniegelenks, Deutsche Zeitschrift f. Chirurgie, Bd 44, 1897.

LORY et THOUVENIN, Fracture fissuraire de l'extrémité supérieure du tibia, Bull. et mém. Soc. anat. de Paris 1920.

LORY et TURNESCO, Fracture comminutive de l'extrémité supérieure des deux os de la jambe, Bull. et mém. Soc. anat. de Paris 1921.

LUDLOFF, K., Wachstum und Architektur der unteren Femurepiphyse, Bruns Beiträge z. klin. Chirurgie Bd 38.

MC GUIRE, Acute knee-joint injuries, Annales of Surgery 1926.

MEERWEIN, H., Die Fraktur des Condylus ext. tibiae, Deutsche Zeitschrift f. Chirurgie, Bd 102, 1909.

MIKULICZ, Über die individuellen Formdifferenzen am Femur und an der Tibia, Arch. f. Anat. u. Entwicklungsgeschichte 1878.

MONTEIL (cit. Lemercier).

MOREAU, L., Fractures de l'extrémité supérieure du tibia, Ann. de la soc. belg. de chirurgie 1912.

—— Deux cas de fractures rares de l'extrémité supérieure du tibia, Bull et mém. Soc. chir. Paris 1916.

—— Des fractures tubérositaires de l'extrémité supérieure du tibia, Revue d'orthopédie mai 1928.

MOUCHET et NOUREDDINE, Note sur l'épine du tibia, Bull. et mém. Soc. anat. Paris 1925.

MOUTIER, Fracture de la tubérosité externe du tibia . . . Réduction manuelle; excellent résultat fonctionnel, Revue d'orthopédie 1927.

MULLER, RUGH and THOMAS, Impacted fracture of the upper end of the fibula and tibia, Annals of surgery, Bd 74, 1921.

NEILD, Fracture of tubercle of tibia, The Lancet 1916.

OEHLECKER, Plombierung von Knochenhöhlen mit Gips, Arch. f. klin. Chirurgie, Bd 142, 1926.

PAGENSTECHER. Die isolierte Zerreissung der Kreuzbänder des Knies, Deutsche mediz. Wochenschrift 1903.

PARSONS, F. G., Observations on the head of the tibia, Journal of anatomy 1906.

PERTHES, G., Über die Wiederbefestigung des abgerissenen vorderen Kreuzbandes im Kniegelenk, Zentralbl. f. Chirurgie 1926.

PFISTER, Über traumatisch entstandene peri- und paraostale Ossificationen, Berliner klin. Wochenschrift 1909.

POTHERAT, Fracture de la tête du péroné avec fracture comminutive de la tuberosité externe du tibia, Bull. et mém. Soc. chir. Paris 1919.

PREISER, Eine typische periostale Callusbildung am Condylus int. femoris nach Kniegelenksdistorsionen, Arch. f. klin. Chir. Bd 90, 1909.

PRINGLE, H., Avulsion of the spine of the tibia, Annals of surgery 1907.

PÜRCKHAUER, R., Über Verletzungen der Lig. cruc. des Kniegelenks, Münch. mediz. Wochenschrift 1913.

RICARD, Traité de chirurgie, 1890.

RIEDL, H., Verrenkungsbruch des oberen Schienbeinendes mit Erhaltung des Wadenbeins — eine typische Verletzung, Zentralbl. f. Chirurgie 1915.

SALOMON, D., Über Fracturen am oberen Ende der Tibia, Arch. f. klin. Chirurgie, Bd 99, 1912.

SCHANZ, Zur Behandlung von Frakturdeformitäten und Frakturen, Verhandl. d. deut. Ges. f. Chirurgie, Arch. f. klin. Chirurgie 1925.

SCHÜTTE, G., Über Kompressionsfrakturen am oberen Ende der Tibia, Diss. Greifswald 1898.

Seeliger, Das Schicksal von Blutergüssen in verschiedenen Geweben, Arch. f. klin. Chirurgie, Bd 147, 1927.
Sever, J. W., Fractures of the tibial spine combined with fractures of the tuberosities of the tibia, Surg. Gyn. Obstr. 1922.
Sick, C., Die Entwicklung der Knochen der Extremitäten, Fortschr. a. d. G. d. Röntgenstrahlen, Erg. b. 9.
Sonntag, O., Über die Fracturen am oberen Ende der Tibia, Bruns Beiträge z. klin. Chirurgie, Bd 50, 1906.
Soupault, R., L'ostéosynthèse dans les fractures du genou, Thèse, Paris 1921.
Steuer, H., Fractures of the tibia involving the knee, Annals of surgery 1929.
Stieda, Über eine typische Verletzung am unteren Femurende, Arch. f. klin. Chirurgie, Bd 85, 1908.
Stone, Ossifying hematoma, Jour. Am. med. Ass., vol. 87, 1926.
Strasser, Lehrbuch der Muskel- und Gelenkmechanik, Bd. III, Berlin 1917.
Stropeni, Zentralblatt f. Chirurgie 1915.
Tanton, J., Fractures du membre inférieur, Nouveau Traité de chirurgie 1916.
Tavernier, L., L'entorse des ligaments croisés, Lyon chirurgical 1919.
—— Les séquelles des entorses du genou, Lyon chirurgical 1919.
Triepel, Die trajektoriellen Strukturen, Wiesbaden 1908.
—— Physikalische Anatomie, Wiesbaden 1902.
Troell, Über Knochenbrüche am Unterschenkel, Arch. f. klin. Chirurgie, Bd 111, 1919.
Verbrugge-Valls, La ruptur incomplête des ligaments croisés, Arch. franco-belges de chirurgie 1925.
Vogel, Über eine typische Fractur des Epicondylus internus femoris, Arch. f. klin. Chirurgie, Bd 87, 1908.
Wagner, Über Compressionsfracturen des oberen Tibiaendes, Archiv f. klin. Chirurgie, Bd. 34, 1887.
Werner, H., Die Dicke der menschlichen Gelenkknorpel, Diss. Berlin 1897.
Westerborn, A., Beiträge z. Kenntnis der Beckenbrüche, Diss. Upsala 1928.
Wharton, Fracture of the head of the tibia, Annals of surgery 1905.
Zanoli, Frattura del ginocchio, Chir. d. organi di movimento 1928 (Ref. Surg. Gyn. Obstr. 1929).

Fälle 1—47: Spaltbrüche.

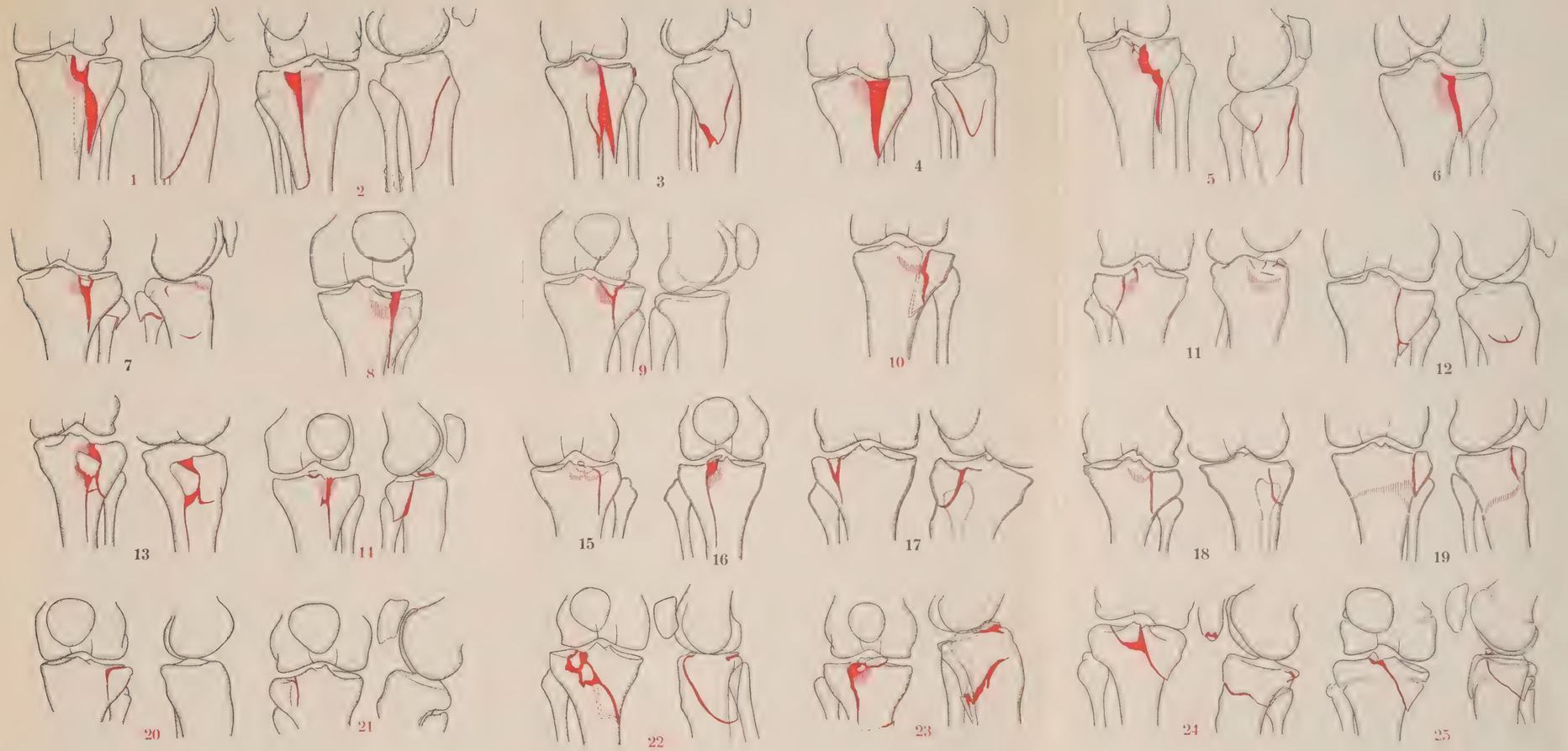
Fälle 1—13: Spaltbrüche mit Absprengung des lateralen Kondylus.

Fälle 14—16: Vertikale Fissuren im lateralen Kondylus.

Fälle 17—21: Spaltbrüche die Gegend der Tuberositas tract. iliotib. absprengend.

Fälle 22—26: Spaltbrüche, die von der lateralen Gelenkfläche ausgehen und den medialen Kondylus absprengen.

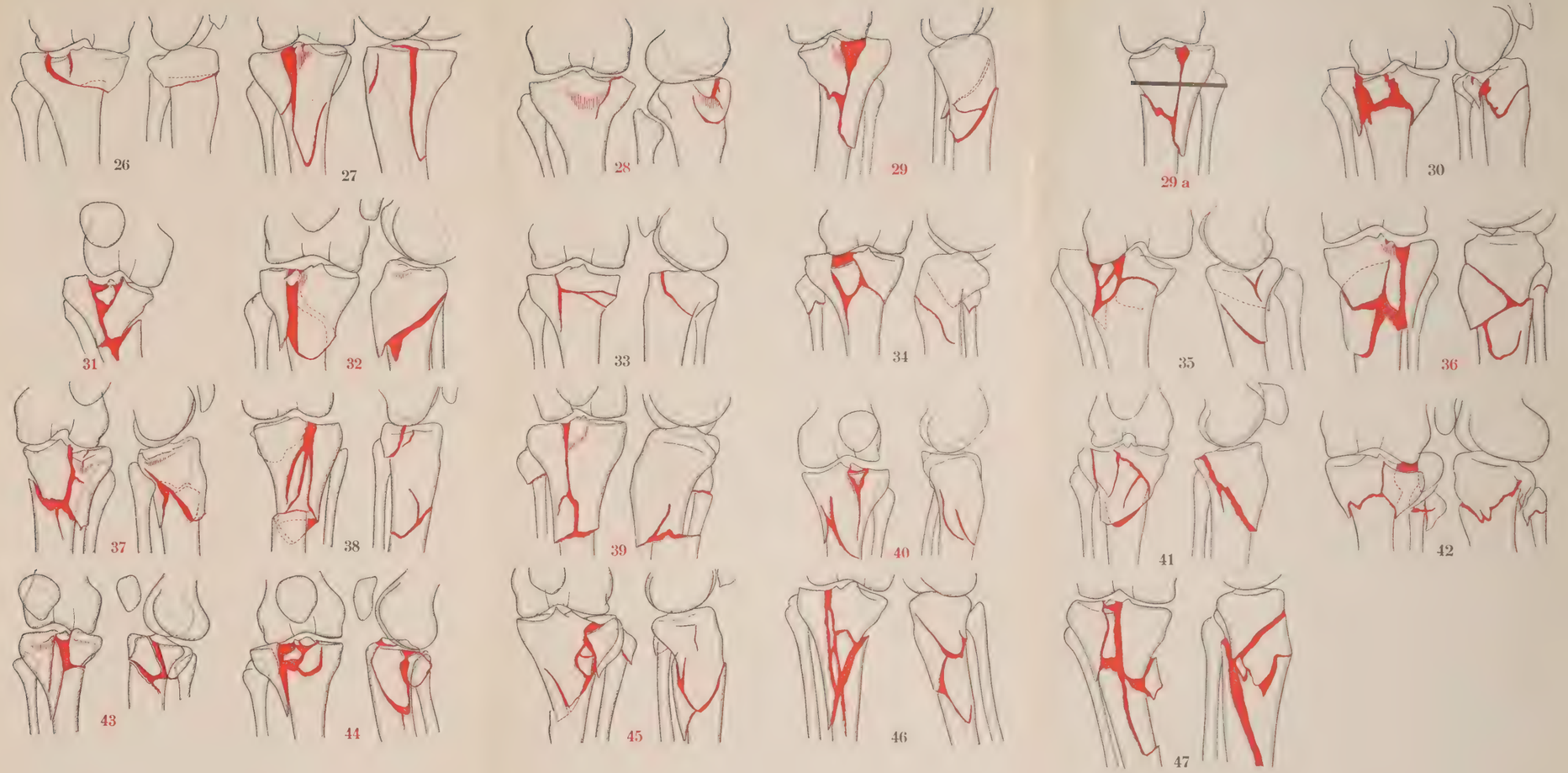
Die nachuntersuchten Fälle sind mit roten Nummern bezeichnet.



Fälle 27—28: ungewöhnliche Frakturformen.

Fälle 29—35: Spaltbrüche, die die beiden Kondylen absprengen.

Fälle 36—47: kondyläre Spaltbrüche mit Quer- und Schrägfrakturen durch die Tibiadiaphyse sowie Splitterfrakturen.

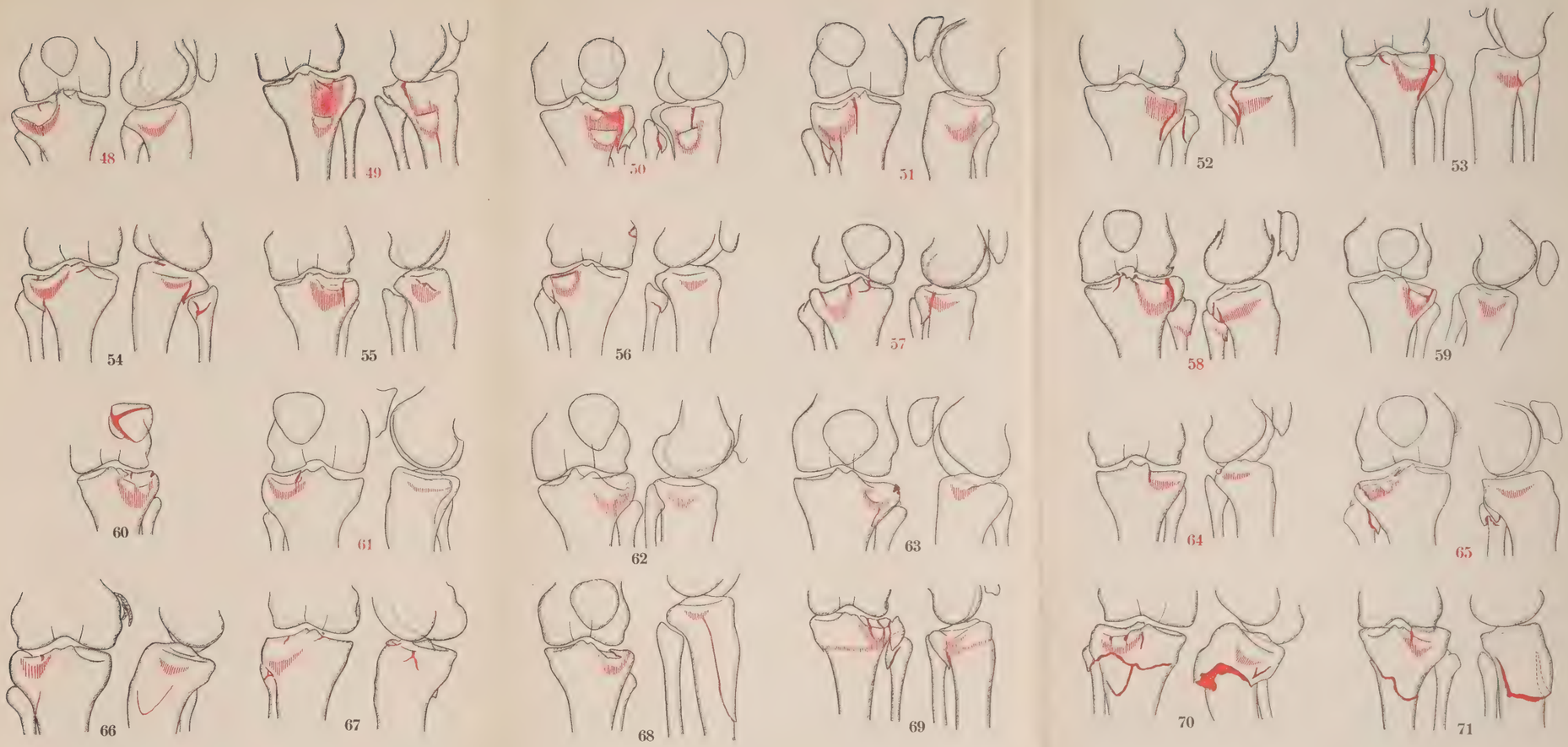


Fälle 48—76: Kompressionsbrüche.

Fälle 48—68: Kompressionsbrüche des lateralen Kondylus mit schalenförmiger Herabpressung der Gelenkfläche.

Fälle 69—71: Kompressionsbrüche des lateralen Kondylus und zudem Querbrüche durch das Collum tibiae.

Die Kompression der Spongiosa ist mit roten Strichen markiert.



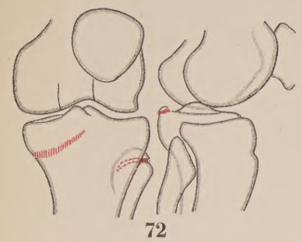
Fall 72: ungewöhnliche Frakturform, Kompression der Spongiosa im medialen Tibiakondylus und Abriss des Apex fibulae.

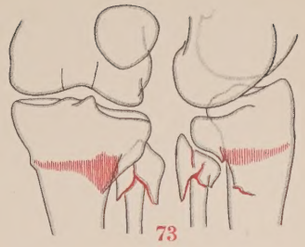
Fälle 73—76: quergehende Kompressionsbrüche durch das Collum tibiae ohne oder mit Absprengung von Randfragmenten aus dem lateralen Kondylus.

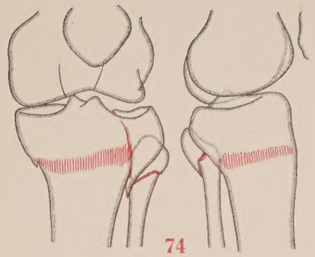
Fälle 77—88: kleine Skelettveränderungen.

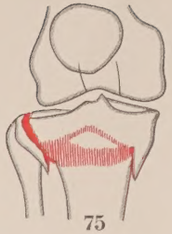
Fall 89: Abriss der Tuberositas tract. iliotib.

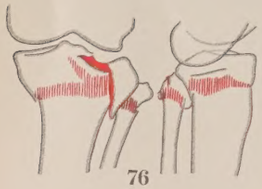
Fälle 90—91: Fissuren durch das Planum popliteum und die Eminentia intercond. ohne Schäden an den Gelenkflächen.

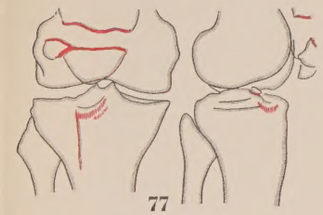

72


73

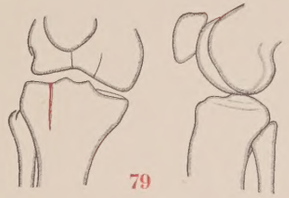

74

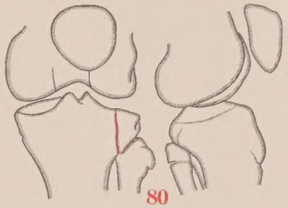

75

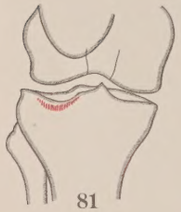

76


77

78

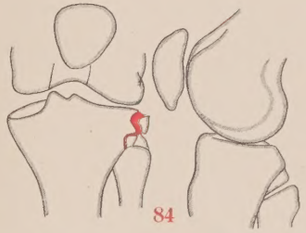

79


80

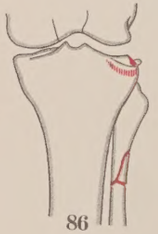

81

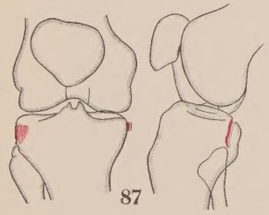
82

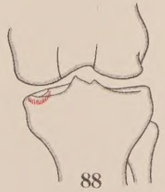
83


84

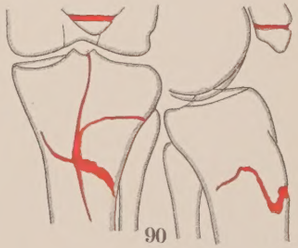
85

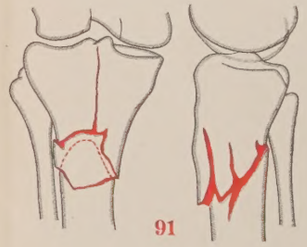

86


87


88

89


90


91